أعمال التغذية بالمياه

مهندس / محمود حسين المصيلحي

المدير العام (السابق) بشركة المقاولين العرب – مهندس استشاري

الإصدار الأول

عام ٢٠٠٨

وقــل ربي زدني علمــا

<u>تنقية مياه الشرب</u>

WATER PURIFICATION WORKS

مصادر مياه الشرب :

١- مياه الأنهار و البحيرات .

٢ – المياه الجوفية .

٣ – مياه الأمطار .

٤ – مياه المحبطات و البحار.

المعدلات التقريبية لأستهلاك المياه :

البند	النسبة	
١ – الأستهلاك المنزلي .	٥٥	٪
٢ – الأستهلاك الصناعي و التجاري .	٢٥	٪
٣ – أستهلاك ري الحدائق و الحريق و النظافة ...	١٠	٪
٤ – الفاقد .	١٠	٪

لو زاد الفاقد عن ١٠٪ تكون نوعية المواسير و الوصلات سيئة .

مراحل أعمال التنقية :

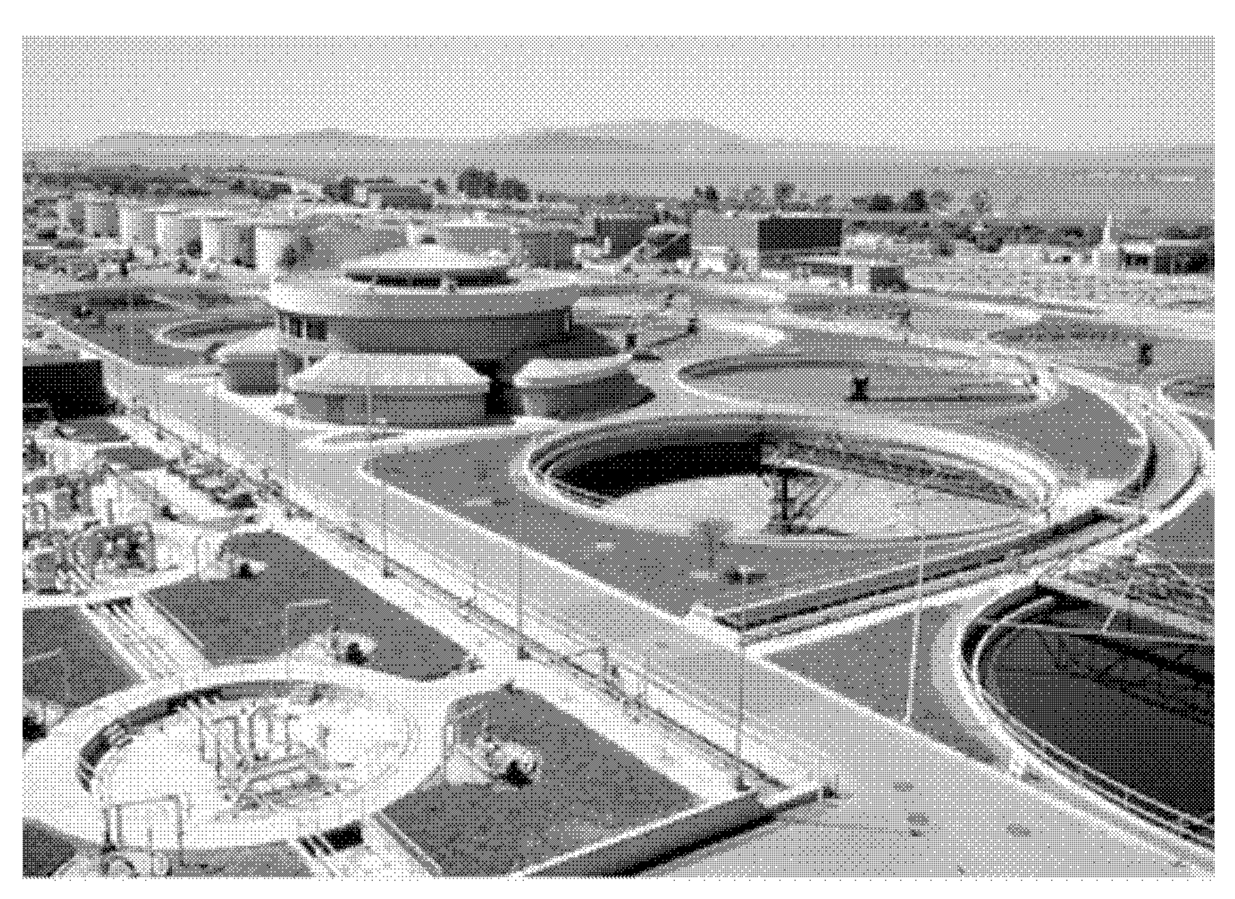
١ – أعمال تجميع المياه .

٢ – أعمال التنقية .

٣ – أعمال التوزيع .

نموذج لمحطة التنقية السطحية – شكل (١) .

مخطط تنقية المياه في حالة مياه الأمطار أو المياه الجوفية أو حالة المياه السطحية – شكل (٢) .



شكل (١)

نموذج لمحطة تنقية المياه السطحية

أعمال تنقية المياه السطحية :

يتكون نظام التنقية التقليدي للمياه السطحيه في المدن من العناصر الآتية :

أولا : المأخذ Intake :

هو عمل صناعي أنشائي يقام داخل مصدر المياه سواء كان نهرا أو بحيرة أو ترعة . يراعي فيه الشروط الآتية :

١ – أن يكون مصمما لاستيعاب كميات المياه المطلوبة مستقبلا و حتي نهاية الفترة التصميمية للمحطة .

٢ – أن يختار موقعه بعيدا مسافة كافية تسمح بامتداد المدينة مستقبلا ، وأن يكون الموقع فوق التيار Upstream بالنسبة للمدينة و بعيدا عن مصدر التلوث .

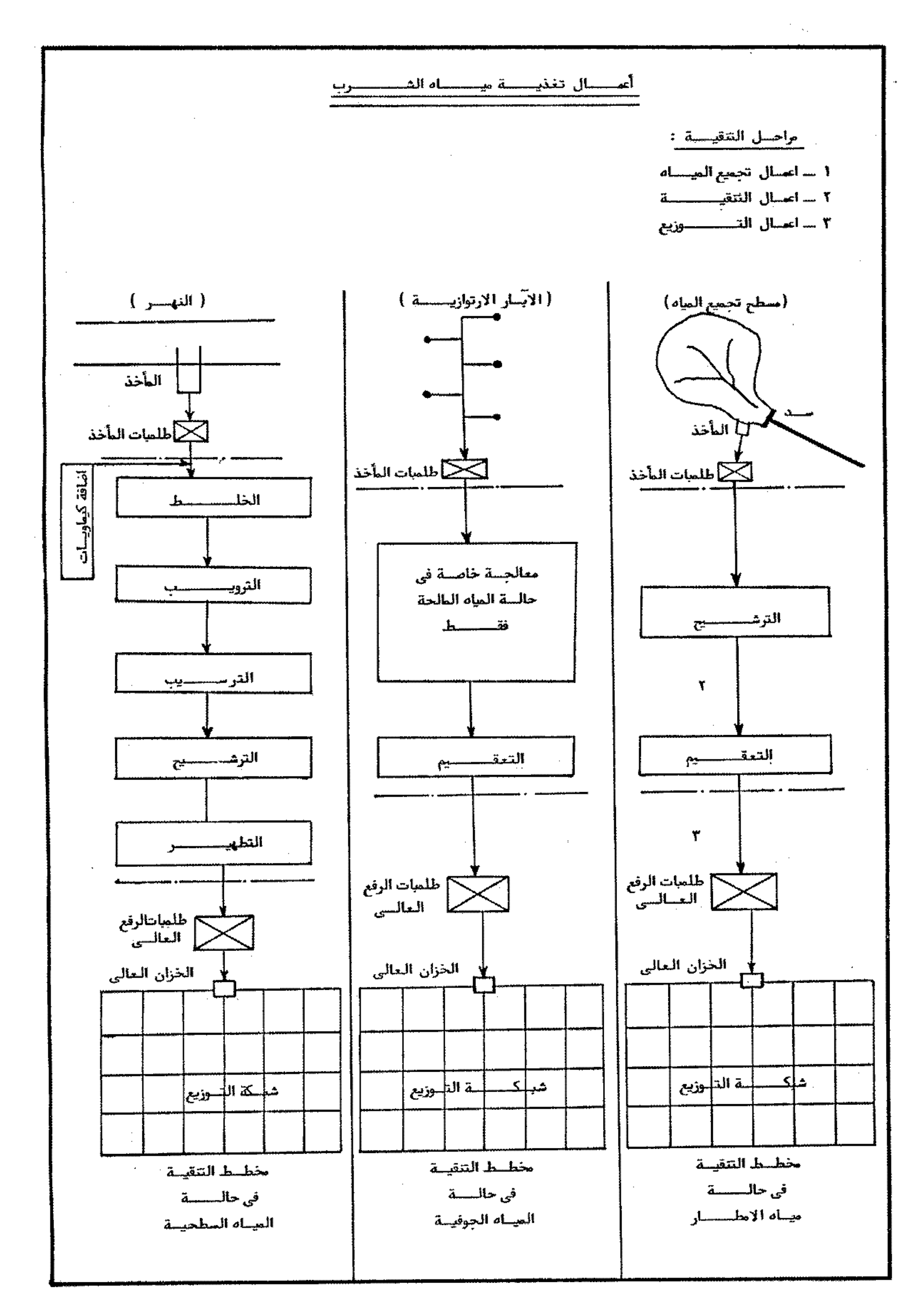
٤ – حماية المأخذ من التلوث المباشر من الأهالي و ذلك بعمل سور أو حدود له تصل الي ٥٠٠ متر فوق التيار و ١٥٠٠ متر تحت التيار .

٥ – يفضل دخول المأخذ مسافة كافية في عمق النهر بحيث يبعد عن مصادر التلوث و علي ألا يعوق الملاحة مع وجوب أحاطته بدعامات قوية لحمايتة من صدمات السفن أو المراكب .

٦ – يكون أيضا مغمورا تحت أوطي منسوب للمياه في للنهر .

٧ – ينشأ المأخذ أيضا علي جزء مستقيم من النهر حتي لا يكون عرضة للنحر أو الأطماء .

٨ – يزود بمصافي لمنع دخول أية مواد طافية .



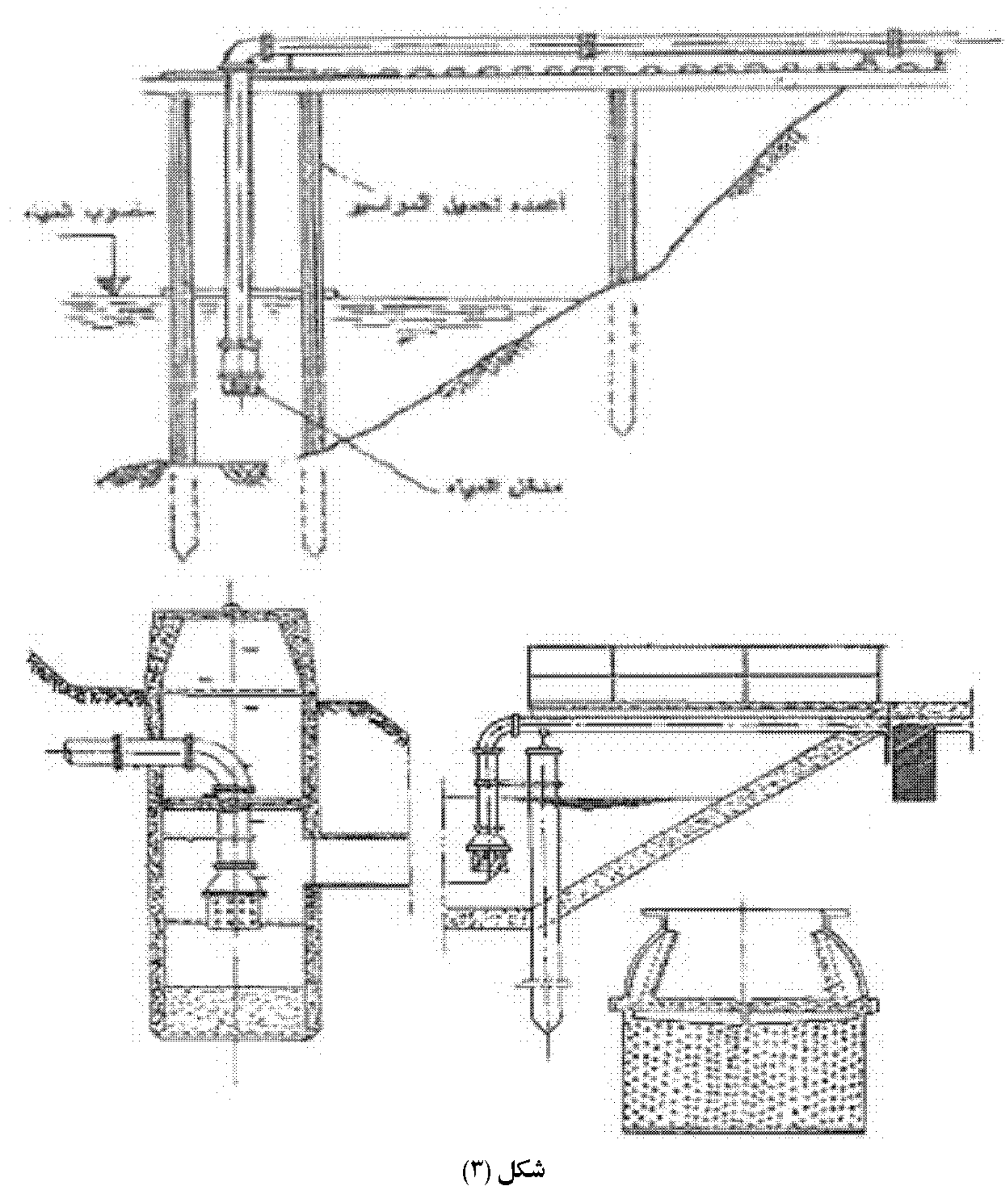
شكل (٢)

مخطط أعمال التنقية لمصادر مختلفة من المياه

أنواع المآخذ :

١ – مأخذ ماسورة Pipe Intake :

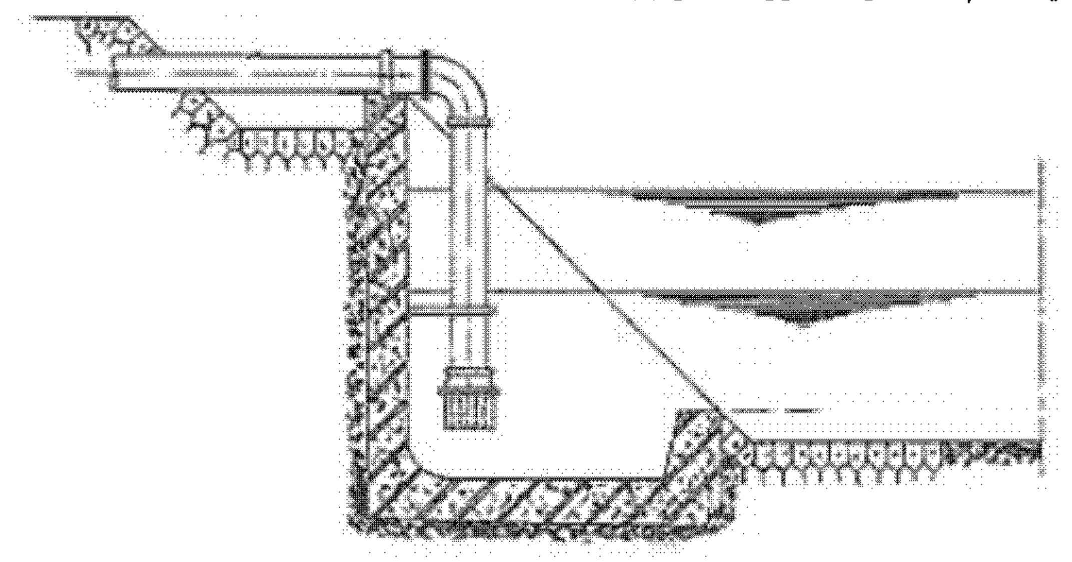
أ – هذا النوع من المآخذ عادة ما يستعمل في الأنهار الكبيرة . و هو عبارة عن ماسورة تمتد الي داخل مصدر المياه مسافة كافية بعيدا عن الشاطىء بحيث يبعد عن مصادر التلوث و بما لا يعوق الملاحة . تحمل الماسورة علي كوبري معدني أو خرساني مع تزويده بأضاءة كافية لمنع أصطدام السفن به – شكل (٣) . تنزل الماسورة ١ مترعلي الأقل أسفل منسوب المياه . وفي حالة تغير مناسيب النهر ، تكون للمأخذ أكثر من فتحة يتم قفلها أو فتحها تبعا لمنسوب سطح المياه .



شكل (٣)

نماذج لمأخذ ماسورة لنهر عريض

ب – يستعمل هذا النوع من المآخذ في الأنهار الملاحية الضيقة و عند أحتمالات التلوث بأي مواد طافية ، وهو عبارة عن ماسورة مثبتة في قاع المجري المائي بواسطة كمرات خرسانية أو صلبة ولها شباك ثابتة تنظف يدويا لمنع أي أجسام طافية من الدخول – شكل (٤) .

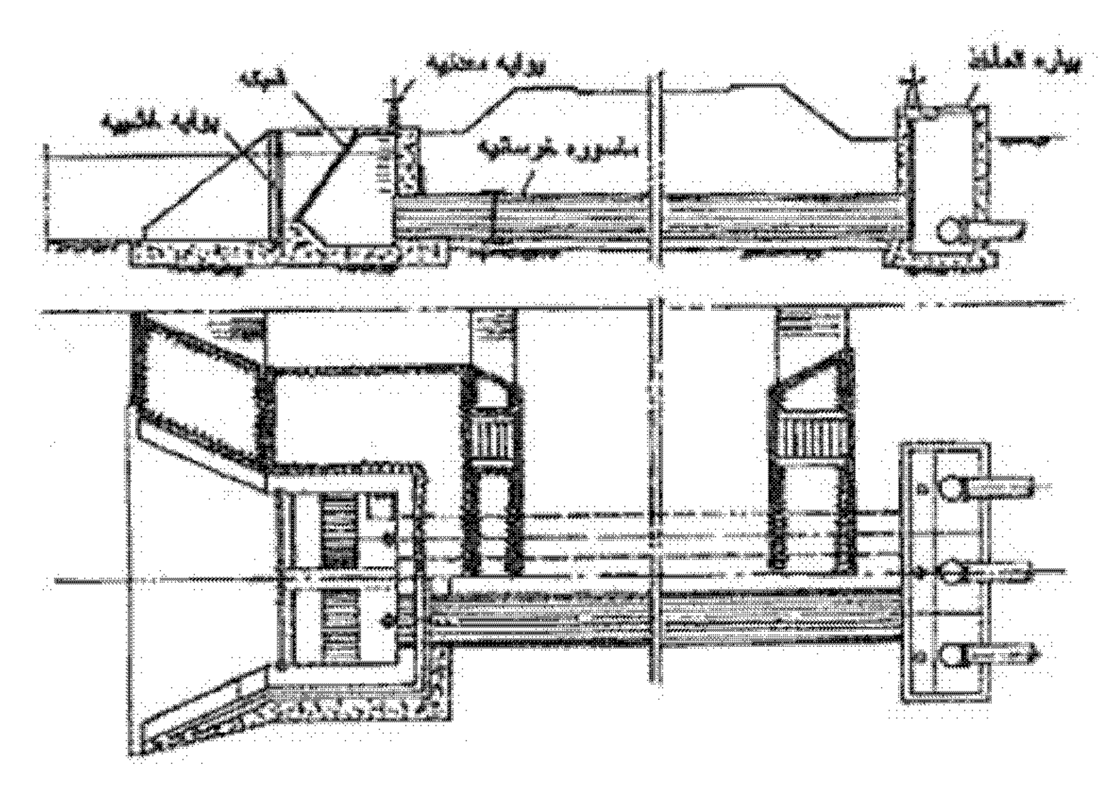


شكل (٤)

نموذج لمأخذ ماسورة لنهر ضيق

<u>٢ – مأخذ الشاطىء : Shore Intake :</u>

يتكون من حائط ساند و جناحين علي شاطىء النهـــر و هو لا يعوق الملاحة ، و يصلح للأنهار الكبيرة و الترع – شكل (٥) .

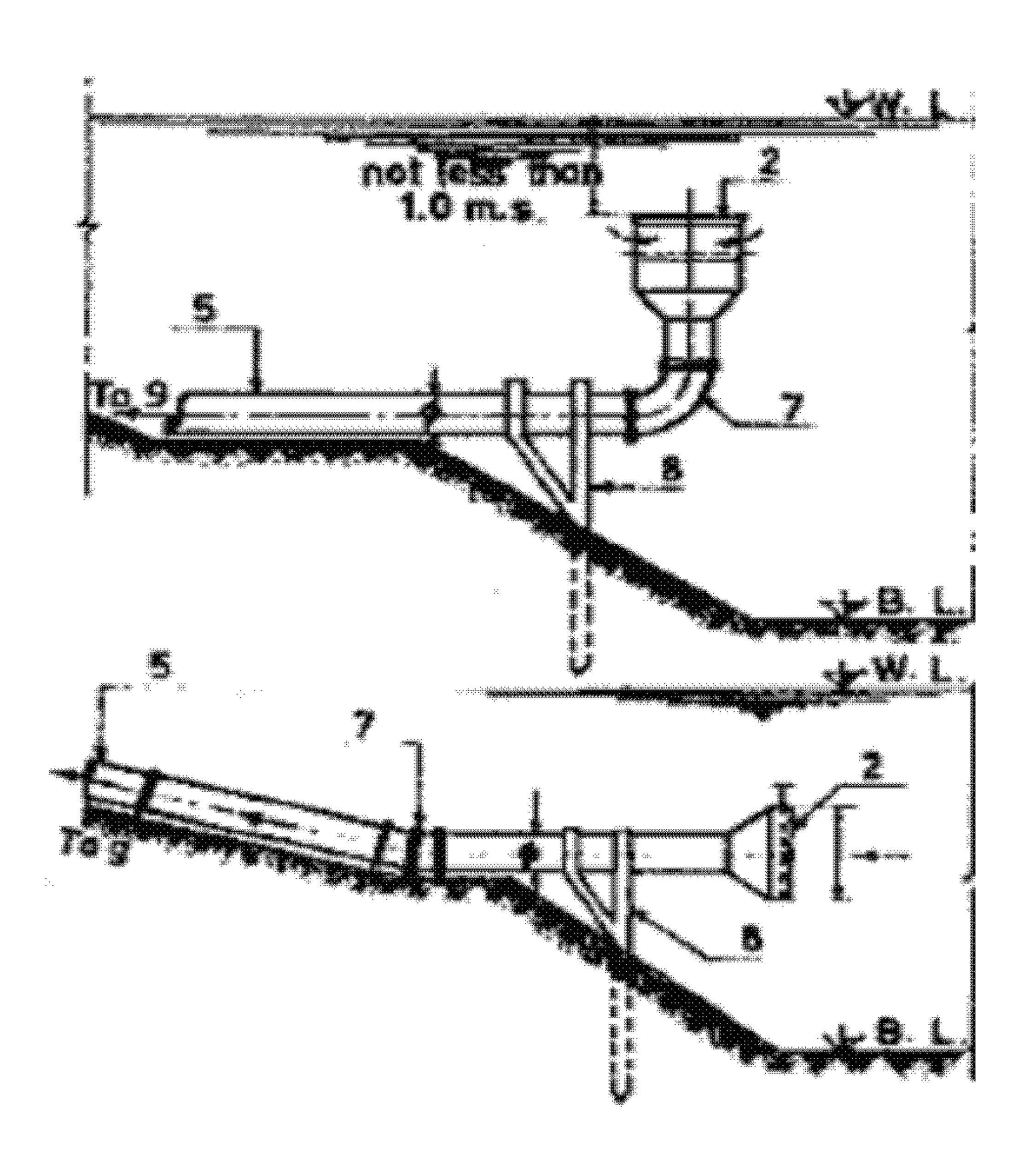


شكل (٥)

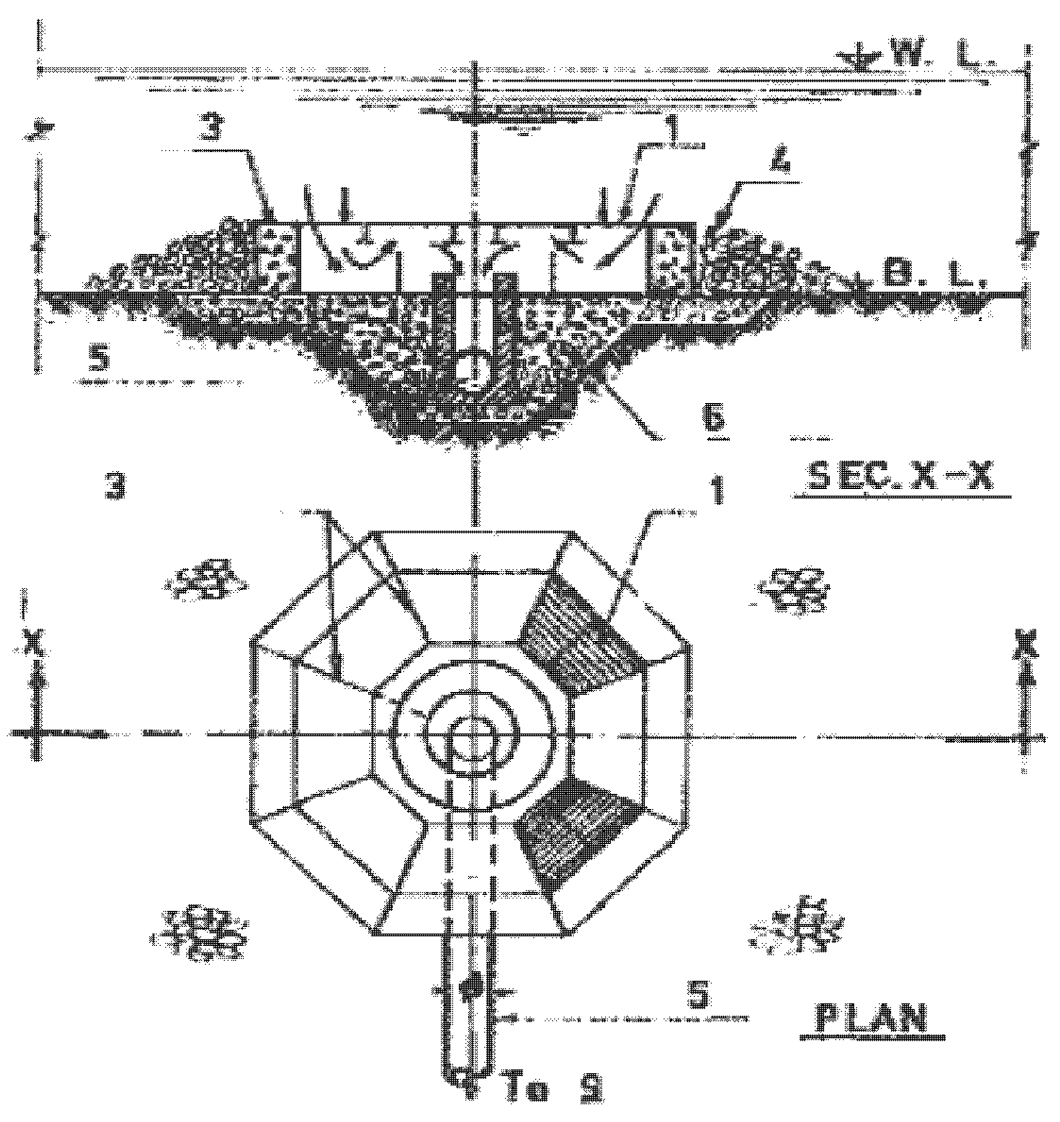
مأخذ شاطىء بحوائط ساندة

<u>٣ – مأ خذ مغمور Submerged Intake :</u>

يظل هذا المأخذ أسفل منسوب المياه حتي وأن تغيرت مناسيب المياه بسبب تدفق الأمطار أو ذوبان الثلوج ٠٠٠– شكل (٦) .



W. L.
not less than
1.0 m.s.
2
5
To 9
7
8
B. L.
5
W. L.
7
2
To 9
8
B. L.



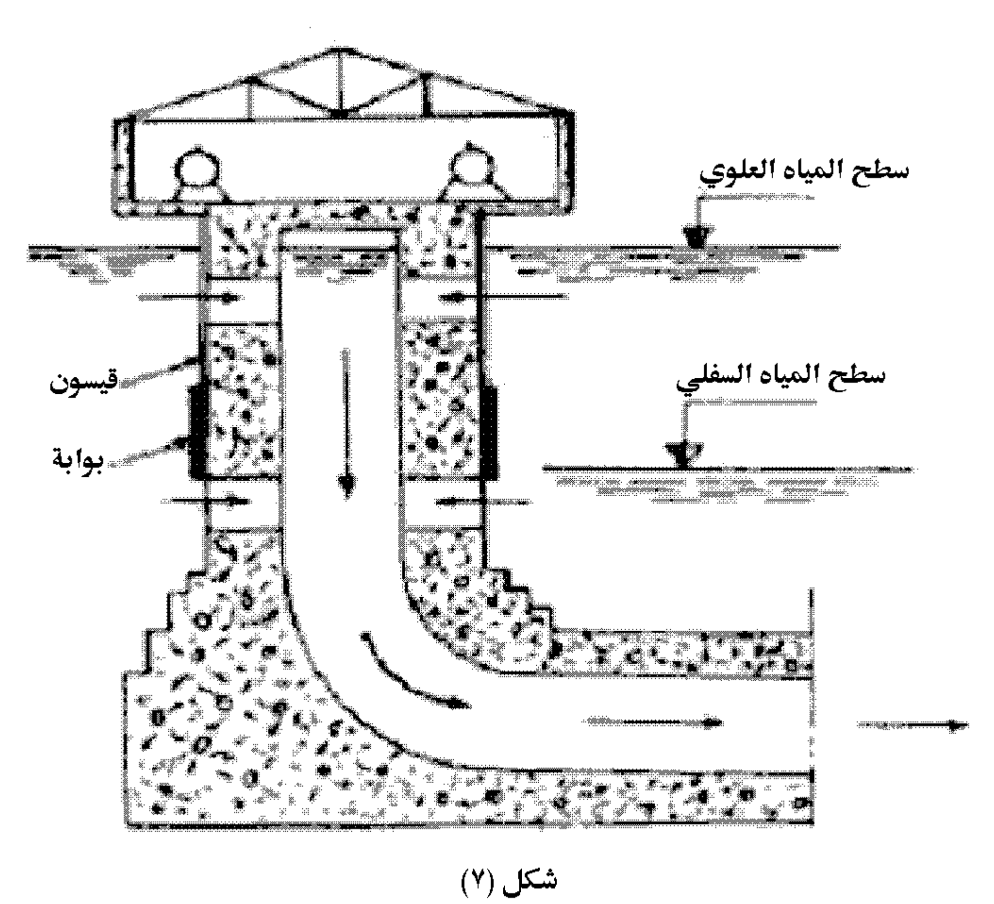
١ – مصفاة بفتحات عريضة .	٥ – سحارة المأخذ .
٢ – مصفاة بفتحات دقيقة .	٦ – ماسورة النفق .
٣ – مأخذ مغمور .	٧ – كوع .
٤ – قطع صخور أو بلاطة خرسانية .	٨ – أرتكار ماسورة المأخذ داخل النهر .

شكل (٦)

مأخذ مغمورأسفل منسوب المياه

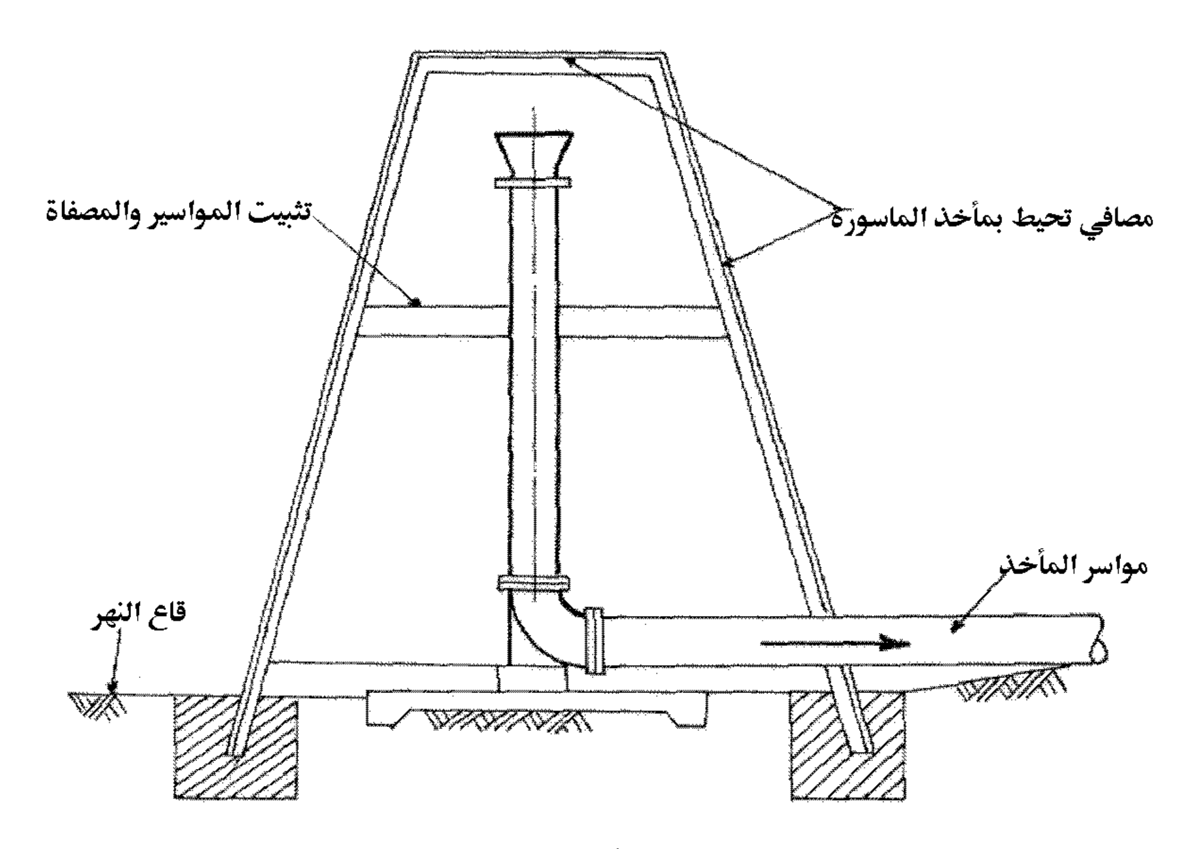
٤ – مأخذ برج Tower Intake :

يستعمل هذا النوع في الأنهار الكبيرة و البحيرات العذبة المتغيرة المناسيب . و يتكون من برج يبني علي مسافة من الشاطىء قد يصل الي عدة كيلو مترات . تدخل المياه من فتحات علي مناسيب مختلفة ثم الي سحارة المأخذ – شكل (٧) . يراعي تزويد هذا المأخذ بأنارة مناسبة لأرشاد السفن و عدم الأصطدام به .



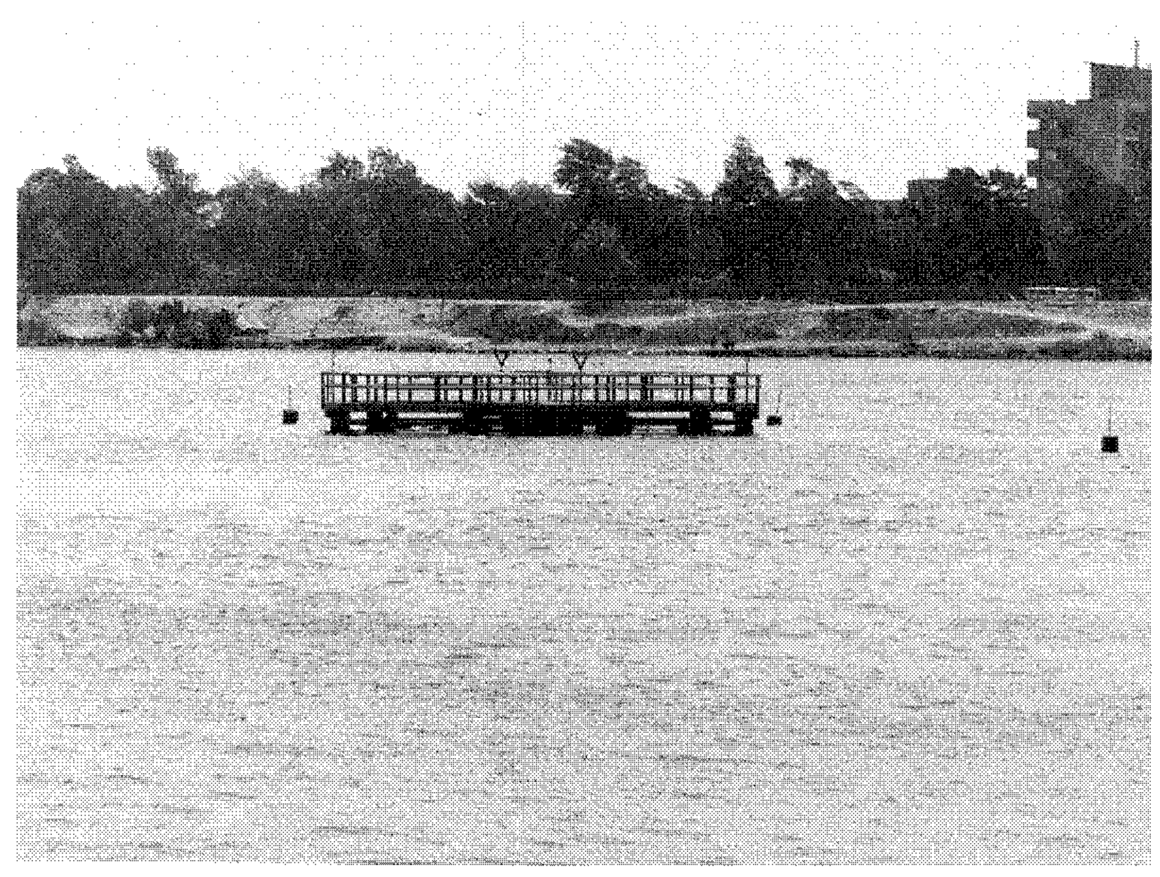
شكل (٧)

مـأخذ برج – مماثل لمأخذ محطة مياه روض الفرج – مصر



شكل (٧)

نماذج آخري لمأخذ برج

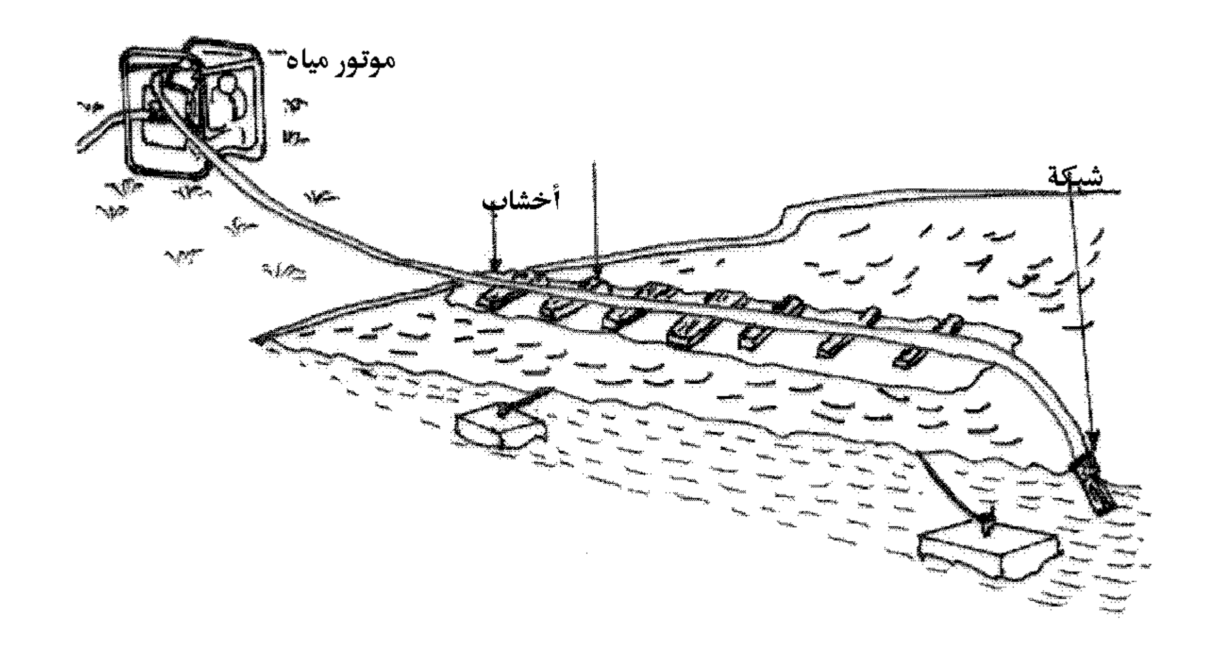


شكل (٧)

مأخذ برج – محطة مياه روض الفرج – القاهرة

٥ – مأخذ طوارىء Emergency Intake :

و يستعمل في حالات الطوارىء أو في المعسكرات المؤقتة التي يستدعي الأمر فيها علي الأعتماد علي المياه السطحية. و هو عبارة عن ماسورة مرنة تمتد علي عروق خشبية تطفو علي سطح الماء – هذه الماسورة متصلة بطلمبة سحب المياه العكرة – شكل (٨) .

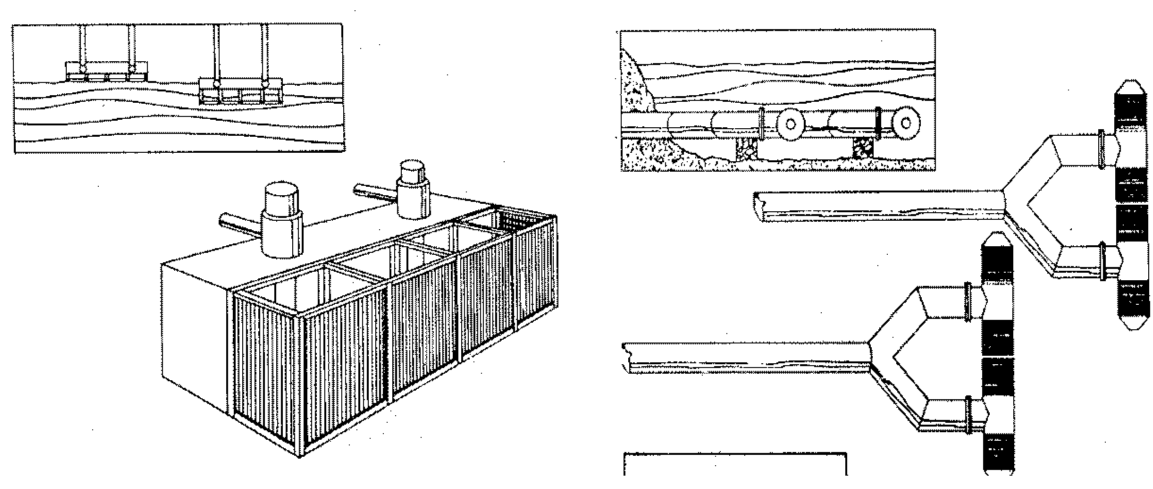


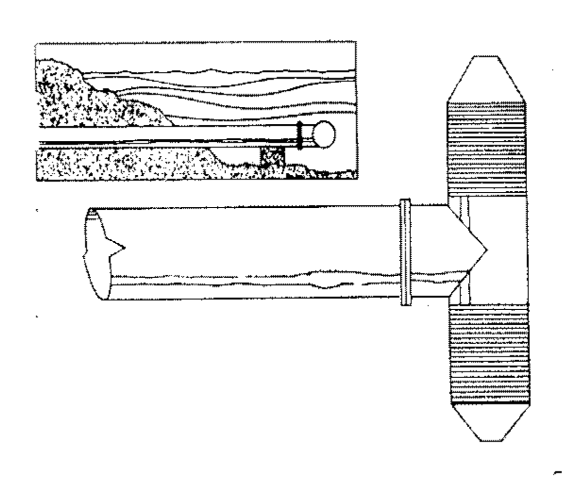
شكل (٨)

مأخذ مؤقت (طوارىء)

٧ – مأخذ متنوعة :

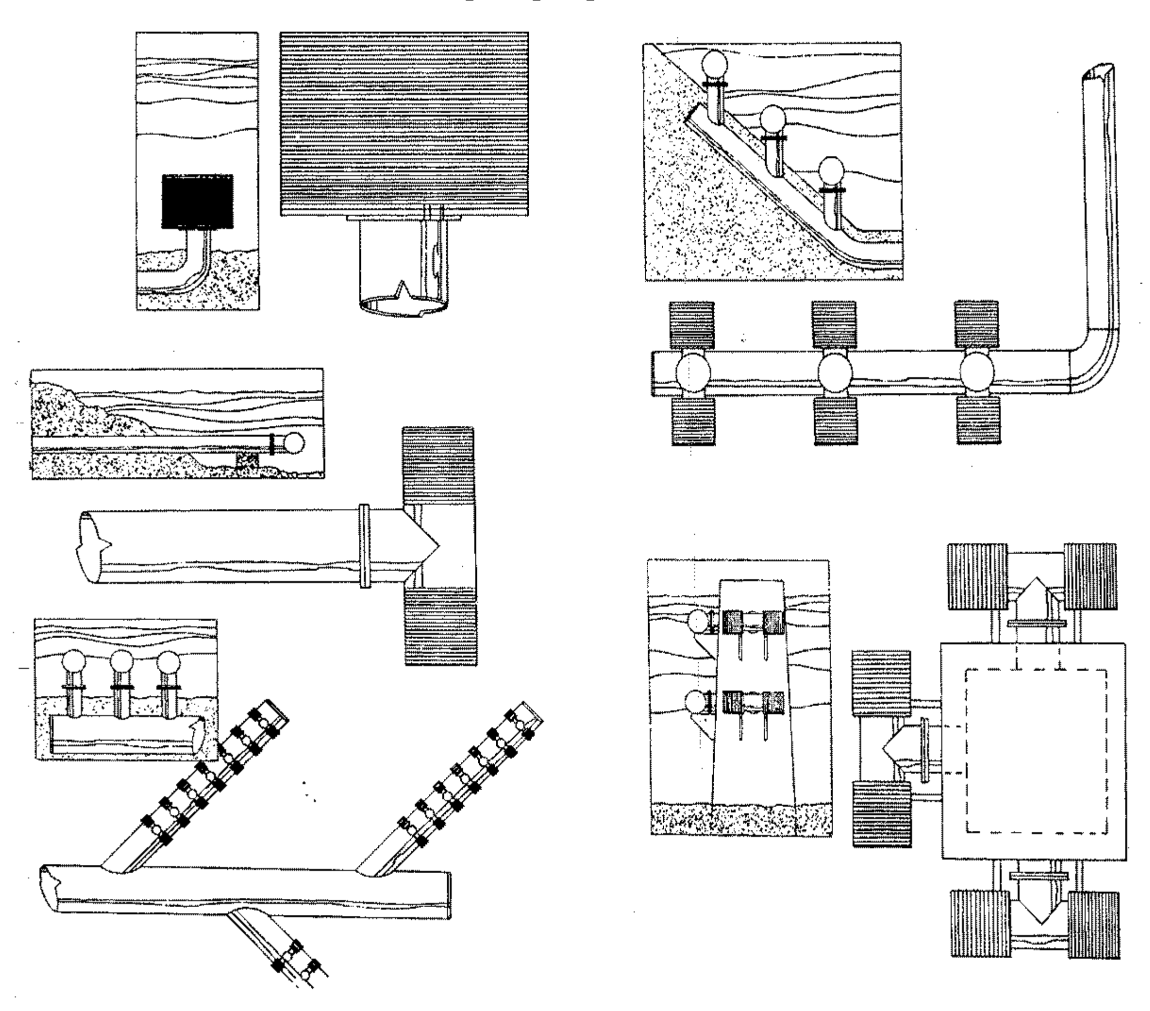
شكل (٩) ، شكل (١٠) .





شكل (٩)

مآخذ للقنوات والأنهار



شكل (١٠)

مآخذ تصلح للبحيرات والخزانات

ثانيا : سحارة المأخذ Intake Conduit :

و هي عبارة عن ماسورتين أو نفق خرساني بقطاع كافي لأستيعاب الكميات اللازمة من المياه الحالية و المستقبلية . يجب أن تكون ماسورتين علي الأقل . تسير المياه بالجاذبية الي محطة طلمبات المياه العكرة ، يجب أن تكون سرعة المياه مناسبة بحيث لا تكون بسيطة فتحدث الترسيب للمواد العالقة ولا سريعة تحدث تلف لجدران مواسير السحارة .

أسس التصميم :

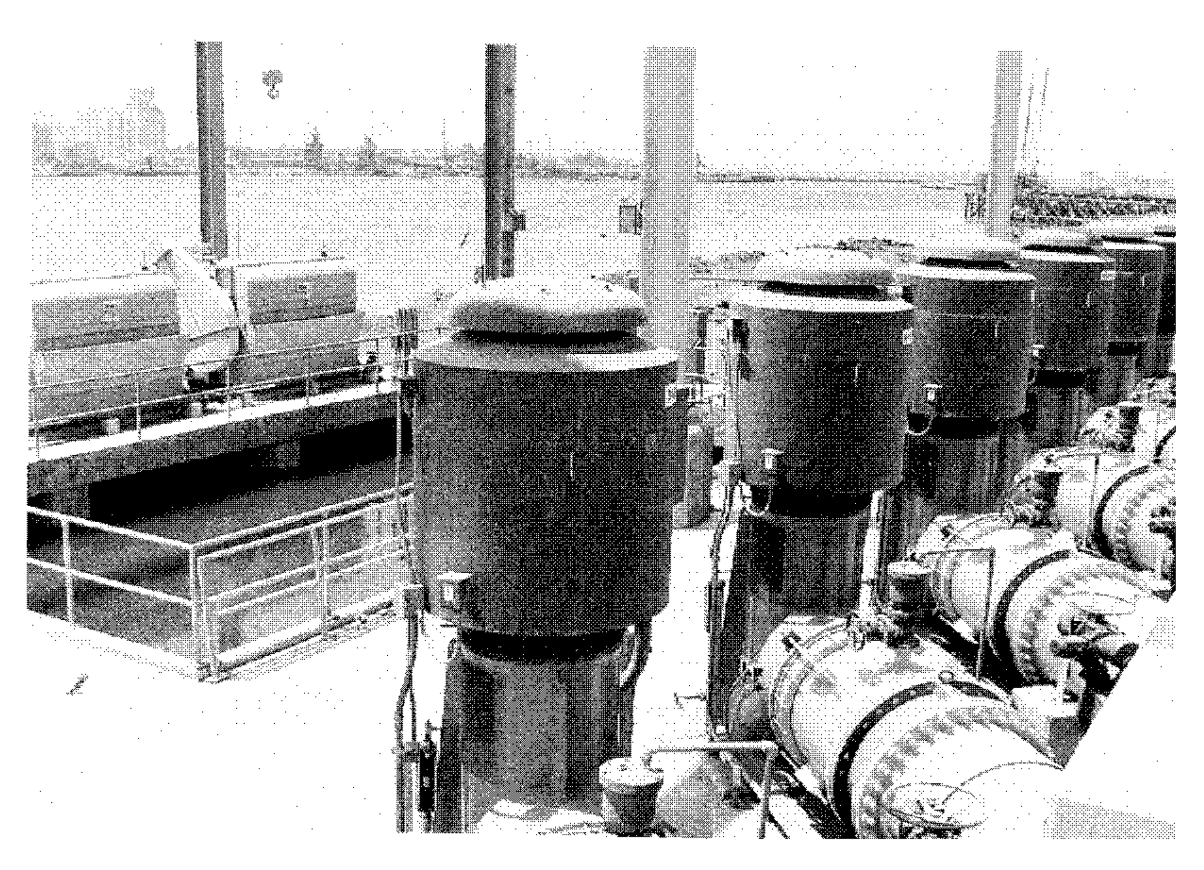
١ – تصمم سحارة المأخذ علي التصرف الأقصي + ١٠٪ (زيادة مقابل المياه التي تستخدم في غسيل المرشحات) .

٢ – تصمم المواسير نصف ممتلئة .

٣ – سرعة المياه داخل السحارة = ١ متر / ث . يفضل أستخدام المواسير الخرسانية .

ثالثا : طلمبات الرفع الواطي – طلمبات المأخذ Low Lift Pumps :

و تكون قريبة من المأخذ (ما أمكن) ، وتقوم الطلمبات برفع المياه العكرة من بئر المياه العكره الملحق بمحطة الطلمبات الي أول مراحل التنقية – شكل (١١) . يجب أن يكون هناك أكثر من مصدر كهرباء للعمل في حالة أنقطاع التيار كما يجب عمل طلمبات أحتياطية = ٥٠٪ زيادة لأغراض الأصلاح أو الصيانة .



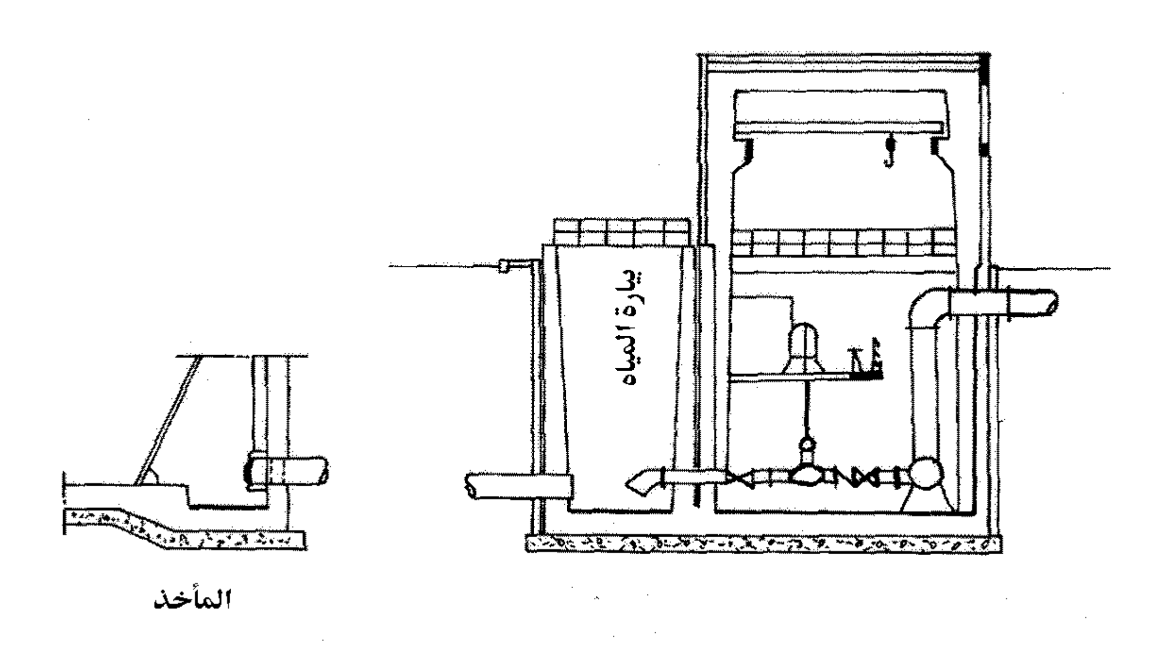
عدد الطلمبات = ٦ طلمبات + ١ طلمبة احتياطي
النوع : تربينة رأسية
التصرف = ١٣٠٠٠٠ م٣ / يوم
التصرف الكلي = ٧٥٠٠٠٠ م٣ / يوم
الرفع = ١١,٣ متر
سرعة المحرك = ٧٣٥ لفة / دقيقة
قدرة المحرك = ٤٠٠ حصان
عدد المصافي = ٣

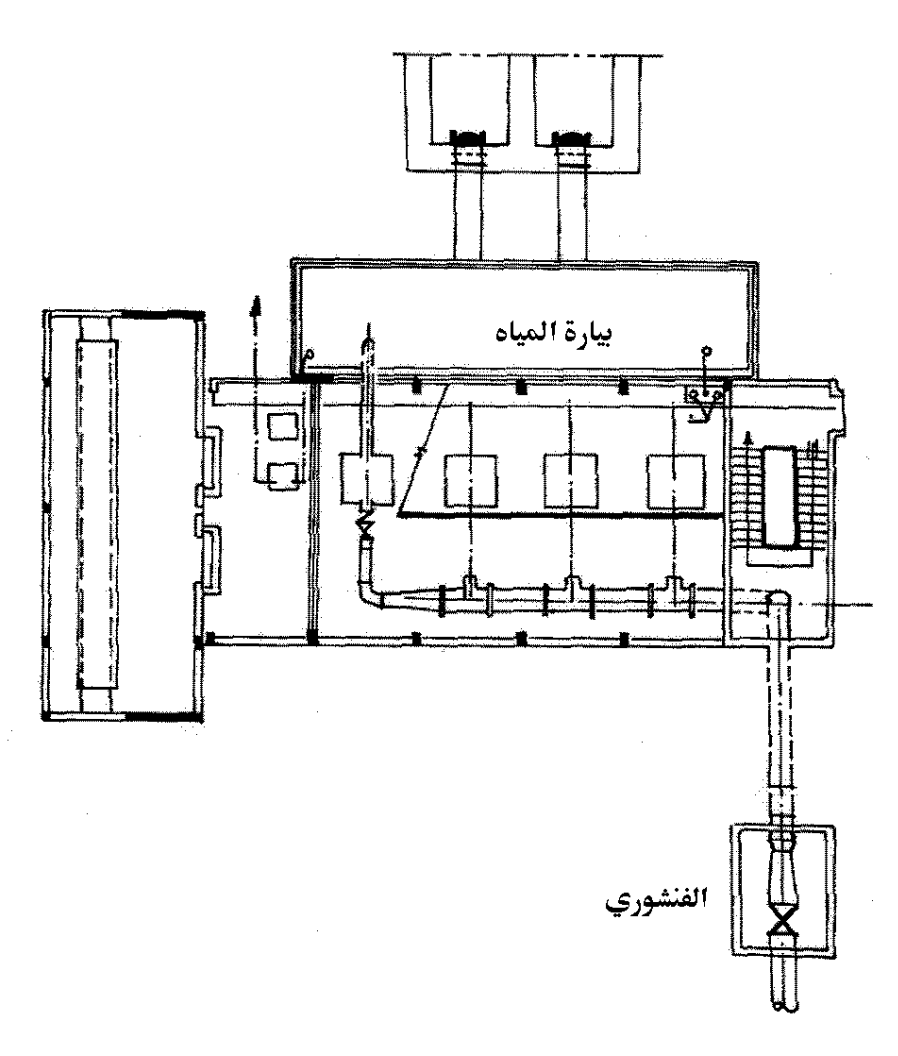
شكل (١١)

محطة طلمبات المياه العكرة (الرفع الواطي)– محطة مياه روض الفرج – القاهرة

قد يلجأ بعض المصممين علي جعل طلمبات المياه العكرة (الضغط الواطي) مع طلمبات الضغط العالي للمياه النقية في مبني واحد توفيرا للنفقات و التشغيل و الصيانة – شكل (١٢) .

تزود كل طلمبة بصمام حاجز – ضغط واطي – و قطعة فك و تركيب عند مدخل الطلمبة للتحكم في سير المياه و القفل عند الأصلاح و الصيانة – بالأضافة الي تركيب كوع جرس **Bell Mouth Bend** في أول خط سحب الطلمبة في بئر المحطة لتحسين كفاءة سحب المياه . كما تزود بصمام عدم رجوع لمنع رجوع المياه من الخطوط في حالة أنقطاع التيار الكهربي الي الطلمبات و أيضا في حالة الصيانة و الأصلاح . تستعمل في محطة طلمبات الرفع الواطي الطلمبات الماصة الكابسة **Displacement Pumps** أو الطلمبات الطاردة المركزية **Centrifugal Pumps** أو الطلمبات الماصة الكابسة المزدوجة **Double Displacement Pumps** .





شكل (١١)

المأخذ – بيارة المياه العكرة – محطة طلمبات المياه العكرة

أشتراطات التصميم :

أ – الطلمبات :

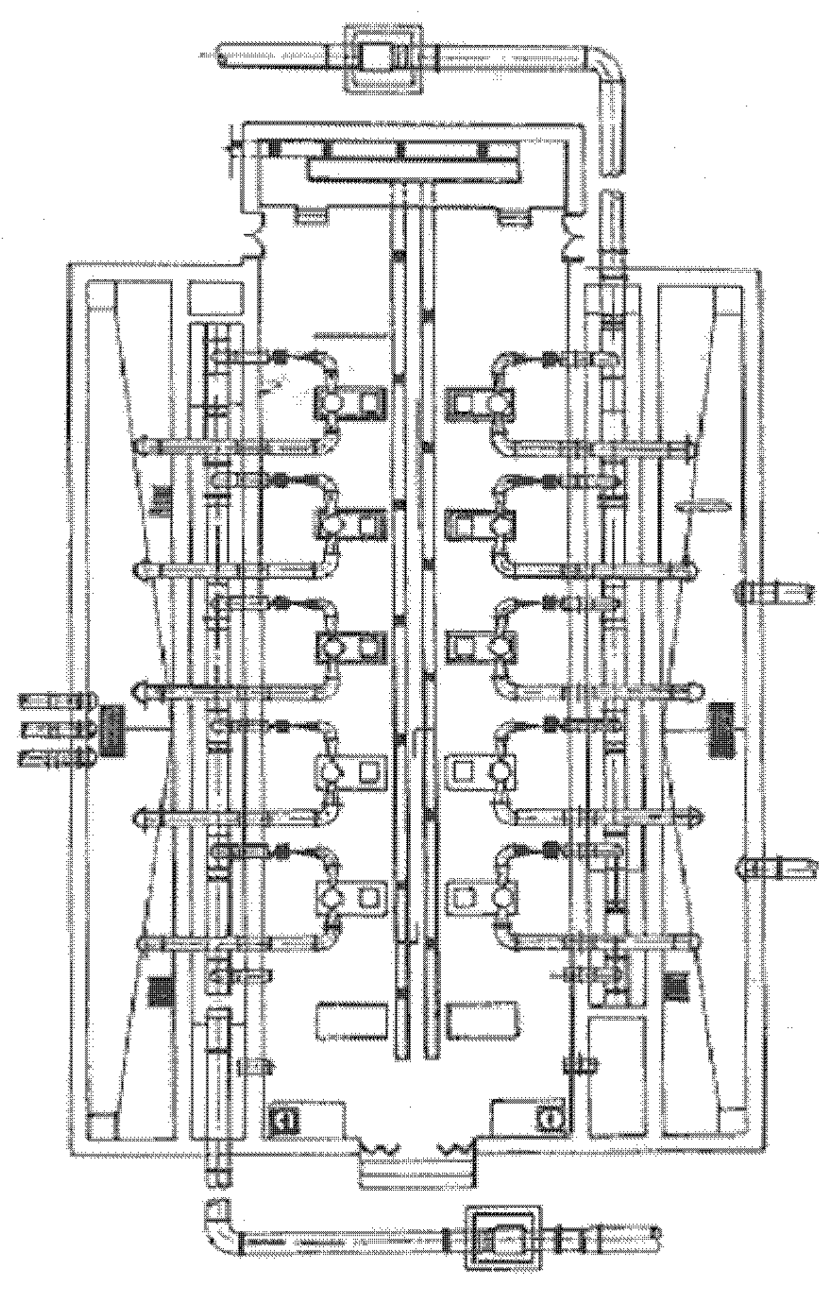
١ – عدد الطلمبات العاملة لا يقل عن ٣ طلمبات .

٢ – الطلمبات الأحتياطية = ٥٠٪ – ١٥٠ ٪ من الطلمبات العاملة .

٣ – لكل نوع من الطلمبات المستخدمة ، تؤخذ ٢ طلمبة أحتياطية .

٤ – مجموع الطلمبات العاملة + الطلمبات الأحتياطية لا يزيد عن ١٠ طلمبات في المحطة.

٥ – المسافة بين كل طلمبتين = ١,٥ – ٣ متر .



شكل (١٢) طلمبات الضغط الواطي والعالي في مبني واحد

<u>ب – بيارة المياه العكرة :</u>

١ – حجم البيارة = الأكبر من :

**** حجم التصرف الأقصي × ٢ دقيقة.**

**** حجم التصرف الأدني × ٥ دقائق .**

٢ – عرض البيارة = ١ – ٣ متر .

٣ – طول البيارة = عدد الطلمبات × المسافة بين كل طلمبتين .

٤ – عمق البيارة أوطي من منسوب دخول مواسير المأخذ بمسافة ٣٠ – ٥٠ سم .

<u>رابعا : جهاز قياس التصرفات (الفنشوري) :</u>

عند خروج المياه العكره من محطة الطلمبات يركب جهاز الفنشوري علي الخط الواصل الي خزان الخلط السريع لقياس التصرفات المائية – شكل (١٣) .

تعتمد فكرة الفنشوري علي قياس فرق الضغط بين مدخل المياه في الفنشوري و نقطة الأختناق . تحسب التصرفات المائية من المعادلة :

$$Q = C.A \sqrt{2g (H_1 - H_2)}$$

حيث :

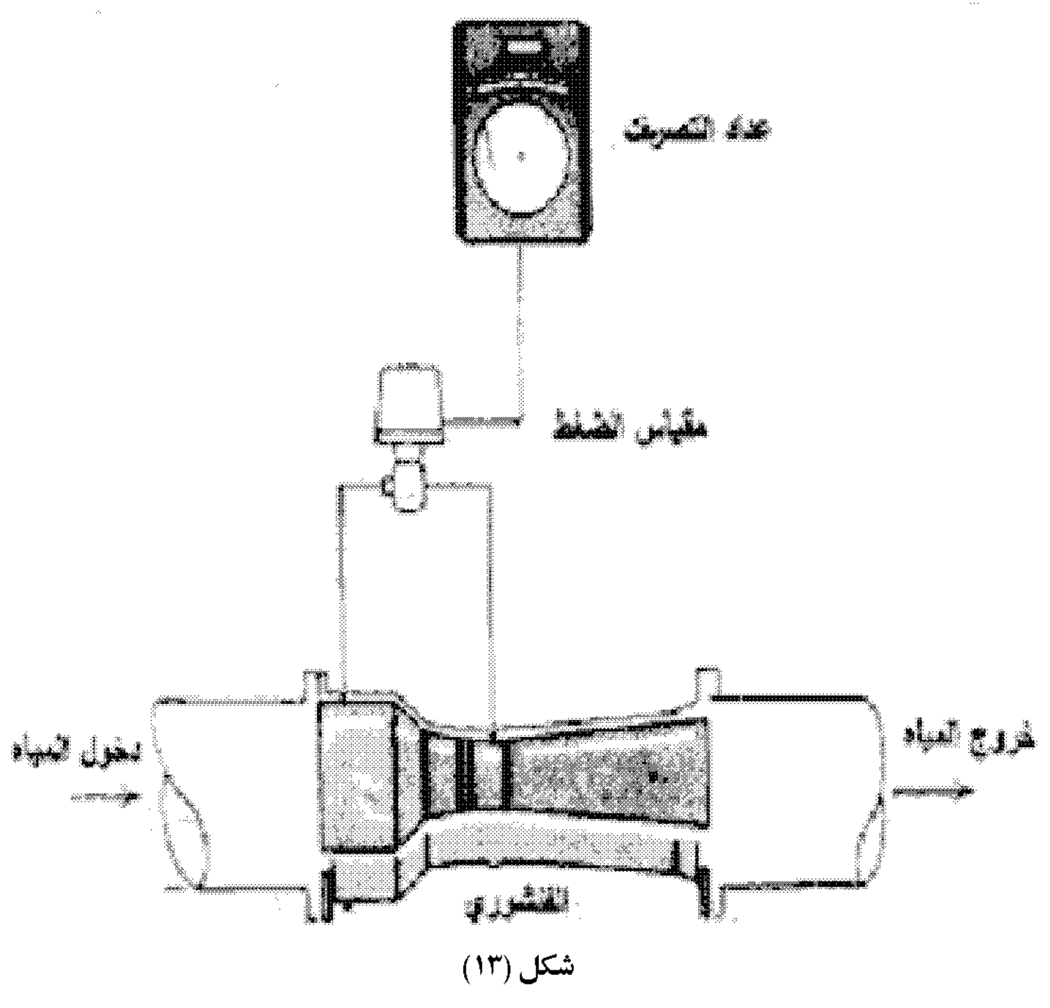
Q = كمية التصرف م٣ / ث .

C = معامل التصرف و تتراوح قيمته بين ٠,٩٨ الي ١,٠٢.

A = مساحة مقطع الفنشوري عند نقطة الأختناق م٢.

g = عجلة الجاذبية الأرضية و تساوي ٩,٨١ م / ث٢ .

$H_1 - H_2$ فارق الضغط بين مدخل الفنشوري و نقطة الأختناق .



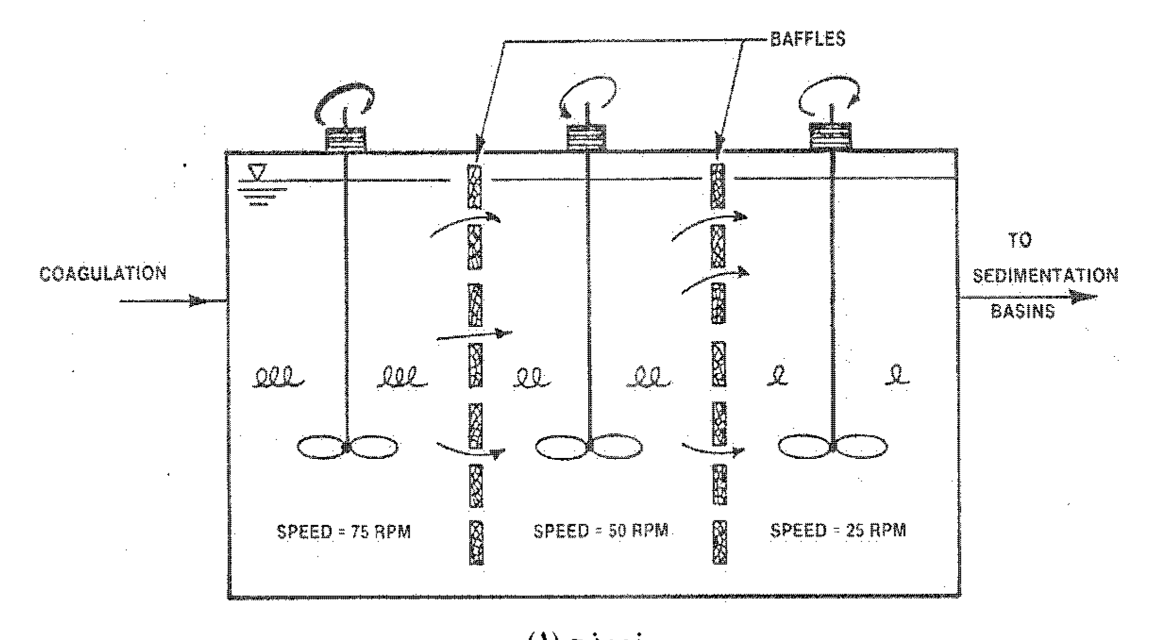
شكل (١٣)

جهاز قياس التصرفات – الفنشوري

الغرض من حساب المياه الداخلة الي المحطة هو تقدير نسبة الكلور الآمنة الواجب أضافتها قبل التنقية أو بعده . كذلك كمية المادة المروبة التي تتطلبها هذه الكمية من الماء .

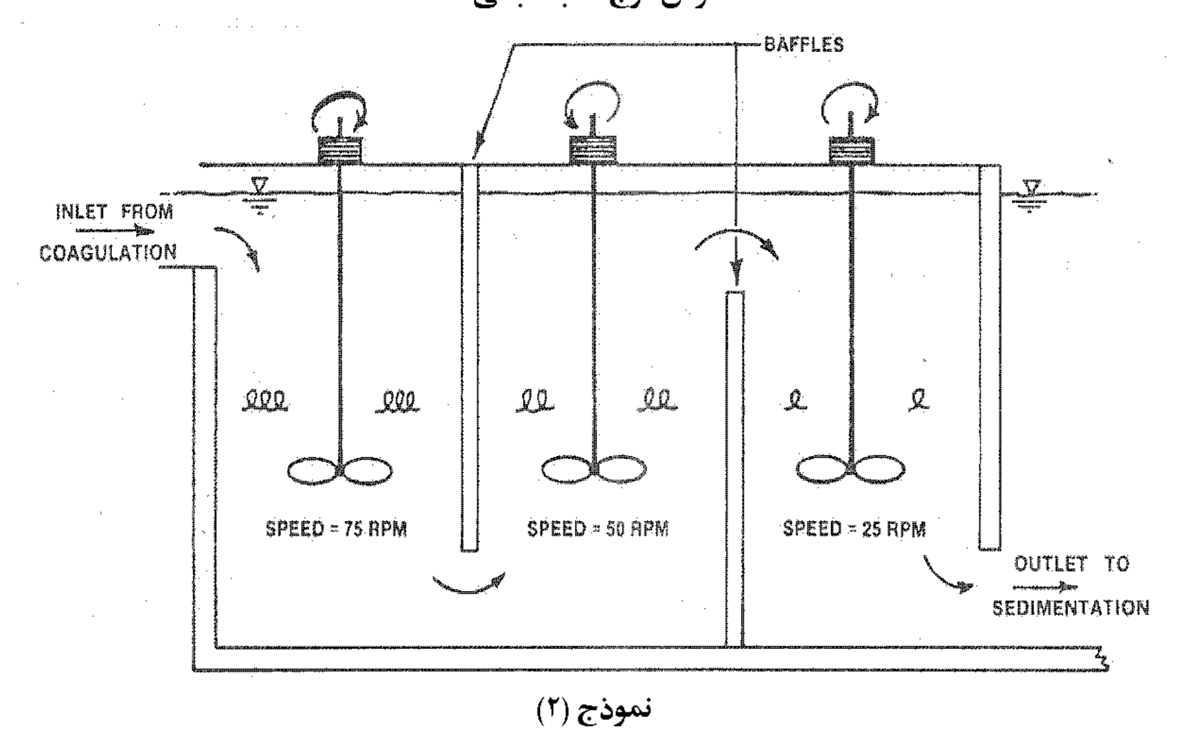
خامسا : المروب :

تضاف الماده المروبة (الشبة) في أحواض خاصة من الخرسانة المسلحة و المبطنة بالقيشاني سعة ١ – ٢ م٣ – شكل (١٤) . بعد أذابة المروبات ، يجب معايرتها بدقة و أضافتها الي الماء الخام بواسطة مضخة خاصة تسمي مضخــــة " المعايرة " – لأنها تضخ حجما معايرا بدقة من المحلول تبعا لمعدل تصرف المياه . يقوم المعمل بتحديد الجرعة المناسبة من الشبه لأضافتها للمياه عن طريق أختبار الكؤوس **Jar Test** وكذلك زمن وسرعة التقليب – شكل (١٥) .



نموذج (١)

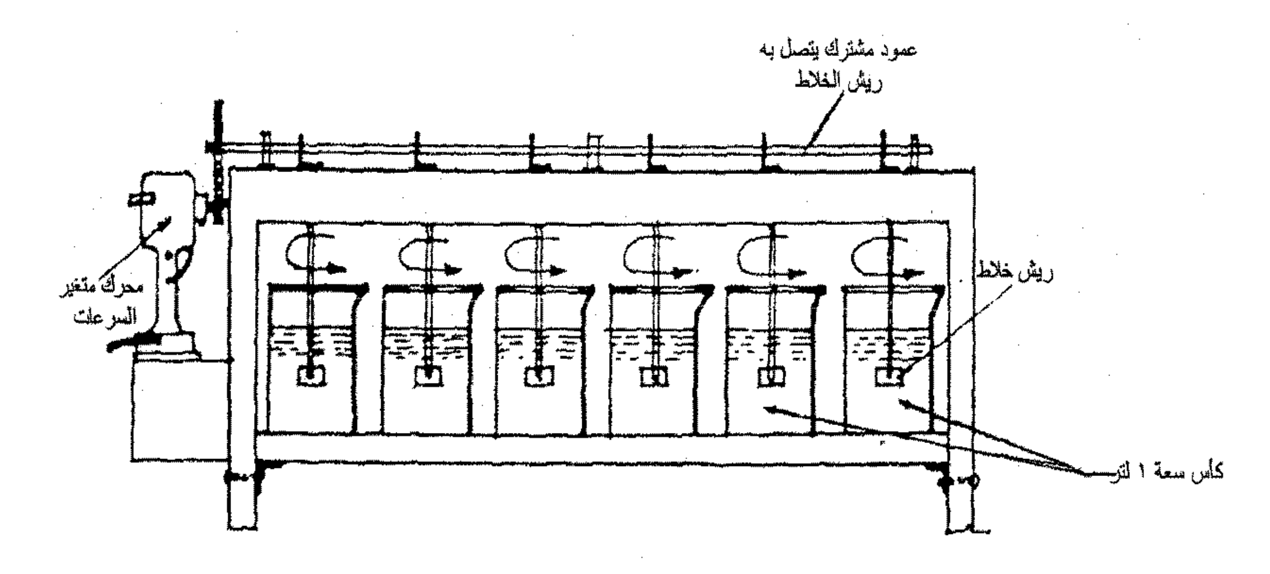
حوض مزج الشبة البطىء



نموذج (٢)

شكل (١٤)

حوض مزج الشبة البطيء – تصميم آخر



شكل (١٥)

جهاز تحديد جرعة المواد المروبة – أختبار الكؤوس

أنواع المواد المروبة :

١ – كبريتات الألومنيوم (الشبة) :

وتعتبر من أفضل انواع المروبات لمياه الشرب . تضاف الجرعة في حدود ٢٠– ٨٠ جزء / مليون .

٢ – أملاح الحديد :

تكون هذه المركبات علي شكل كبريتات الحديديك – كلوريد الحديديك – كبريتات الحديدوز .

لا يفضل أستخدامها في مياه الشرب رغم رخص تكلفتها عن الشبه للأسباب الآتية :

أ – تحتاج الي مواد قبل التفاعل و بعده ، حيث أنها لا تتفاعل ألا عند pH < ٤ Or pH > ٨ .

ب – تترك راسب من الحديد يعطي لونا أحمر غير مستحب .

ج – يعطي طعما غير مستساغا للمياه .

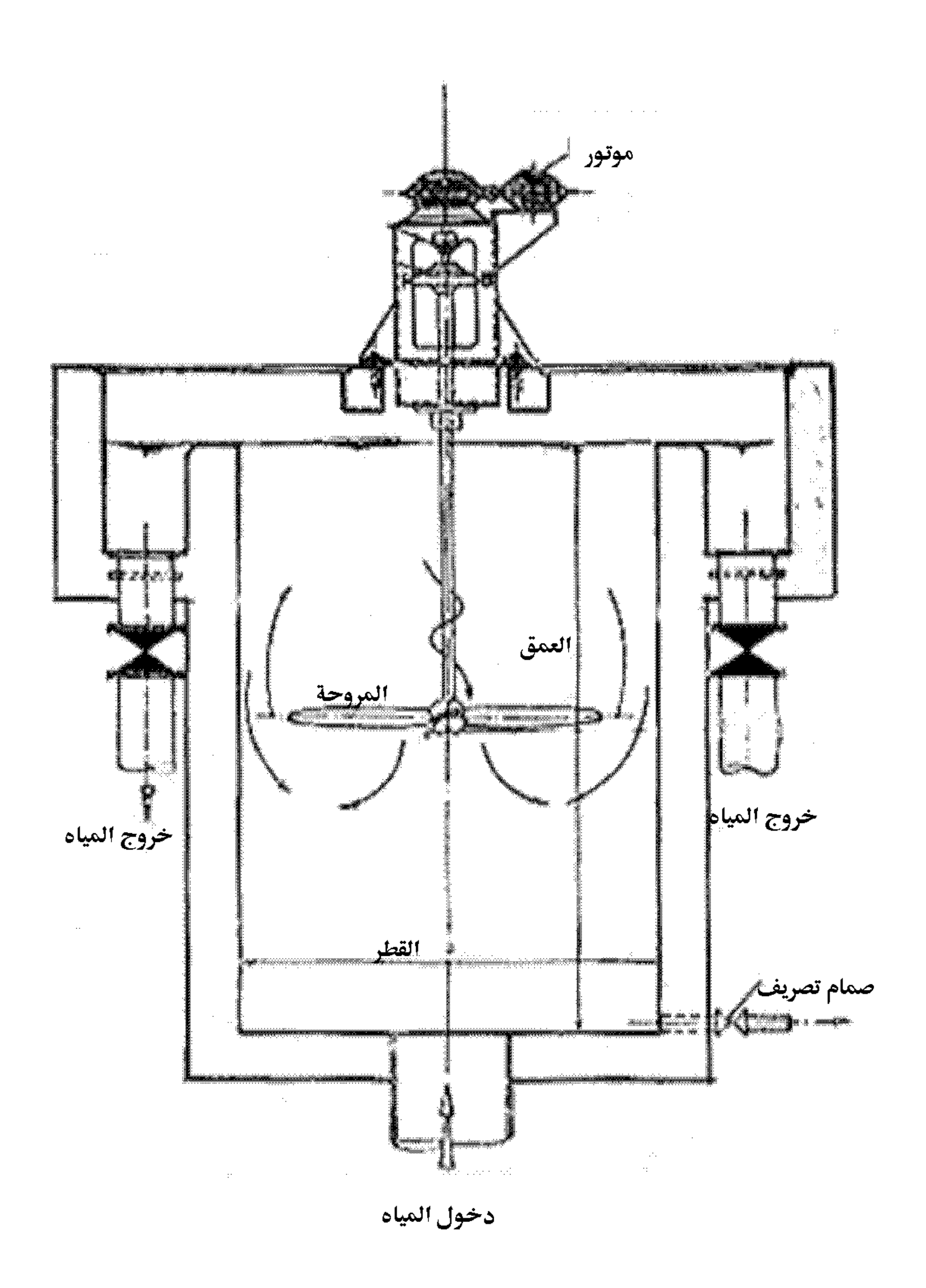
د – يطغي بلونه علي جدران الخزان .

٣ – الجير :

يمتاز بتوافره و رخص ثمنه . و من عيوبه الأحتياج الي جرعة كبيرة منه لأتمام التفاعل علاوة علي تغيره لقيمة pH و جعلها أكبر من ٨ حيث أنه قلوي التأثير .

سادسا : خزان الخلط السريع Flash Mixing Tank :

تضاف المروبات في صوره محلول الي خزان الخلط السريع لمده ٢٠–٦٠ ثانية للحصول علي أنتشار سريع للمادة المروبة – شكل (١٦) . يمكن أن يستخدم خزان الخلط السريع كخزان توزيع لأحواض الترويق و الترويب بجانب خلط و نشر المواد المروبة بواسطة تركيب خلاط ميكانيكي . يصمم هذا الخزان بحيث يكون قطر الخزان مساويا لعمق المياه (تقريبا) .



شكل (١٦)

خزان الخلط السريع والتوزيع

ملاحظة :

يمكن حقن المادة المروبة في المواسير الداخلة الي خزان الخلط السريع علي أن يتم خلطها و مزجها في الخزان . بالأضافة الي الأستغناء عن خزان المزج البطيء و خزانات المزج الميكانيكية.

سا بعا : عملية الترويق :

أحواض الترويق Clarifiers :

تقسم أحواض الترويق الي :

١ – النوع المستطيل – شكل (١٧) .

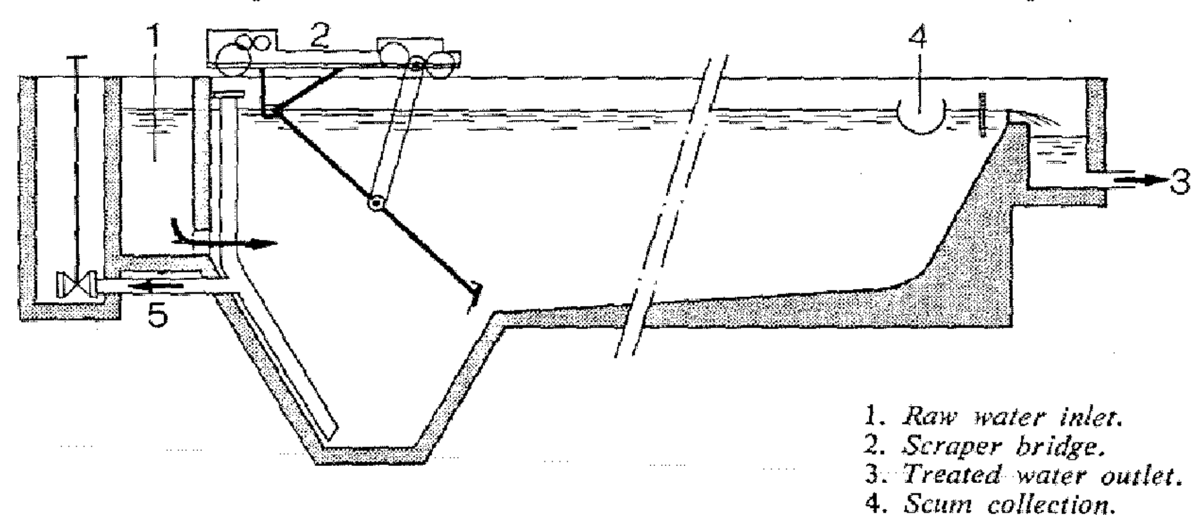
٢ –النوع المربع – شكل (١٨) .

٢ – النوع الدائري – شكل (١٩) .

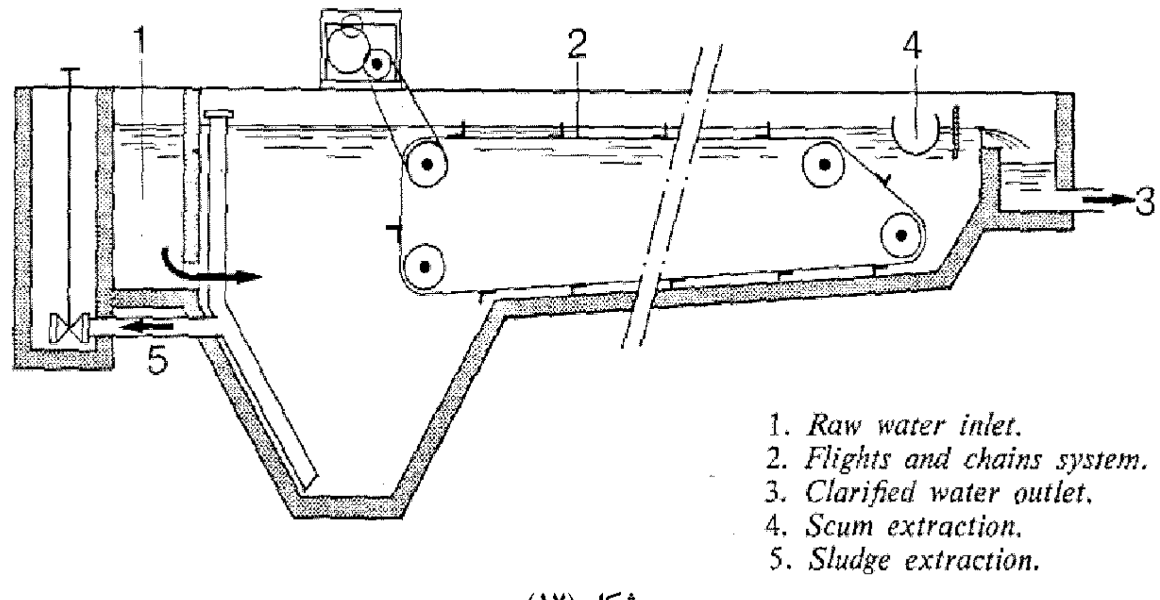
٣ – أنواع أخري تعمل حسب التصميم و الحالة – شكل (٢٠) .

أولا : أحواض الترويق المستطيلة :

بعد أتمام عملية المزج حيث تدخل المياه في أحواض الترويق عن طريق مجري أو ماسورة داخله الي الحوض فتنتشر المياه في الحوض وتترك لفترة لا تتجاوز ثلاث ساعات لترسب الندف المتكونة الي قاع الحوض .



1. *Raw water inlet.*
2. *Scraper bridge.*
3. *Treated water outlet.*
4. *Scum collection.*
5. *Sludge extraction.*



شكل (١٧)

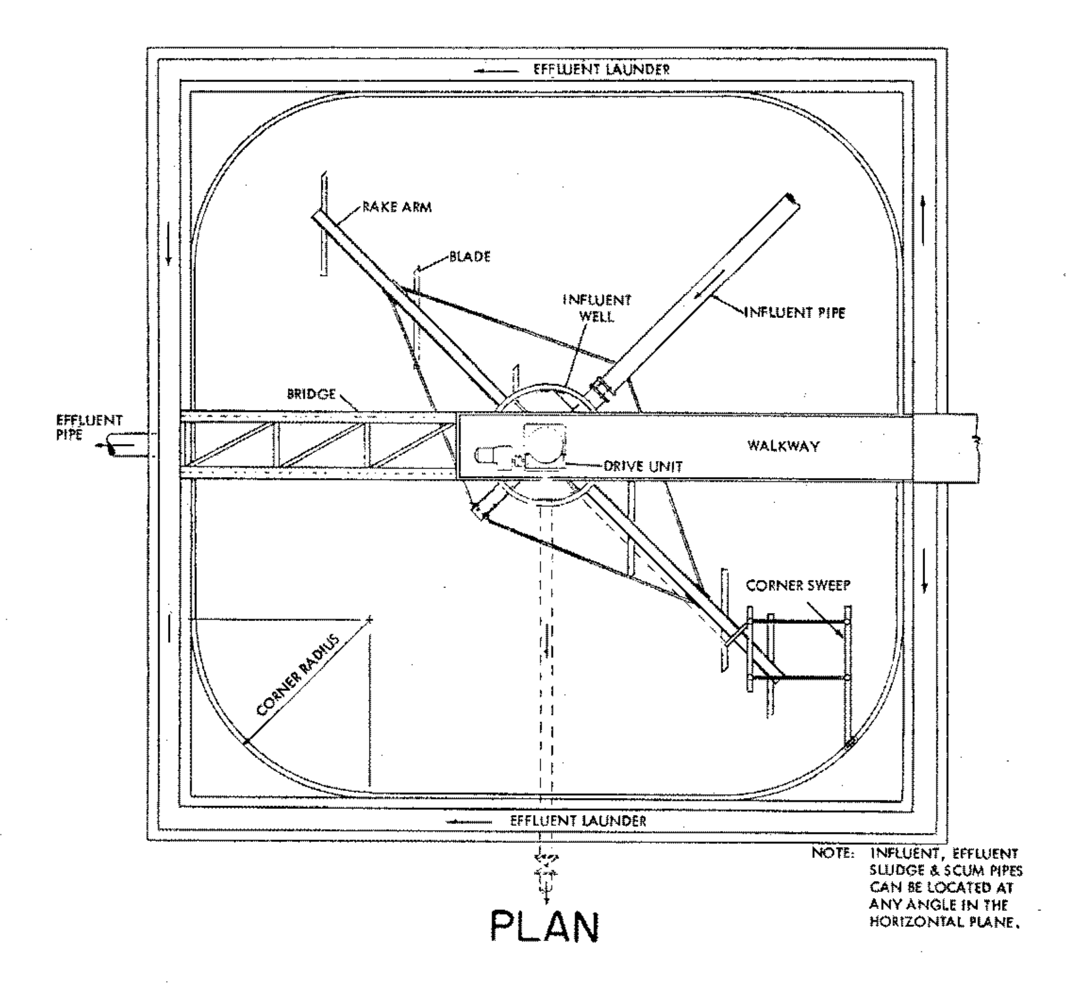
نوعان من أحواض ترسيب مستطيلة باستخدام كاسحة رواسب ميكانيكية

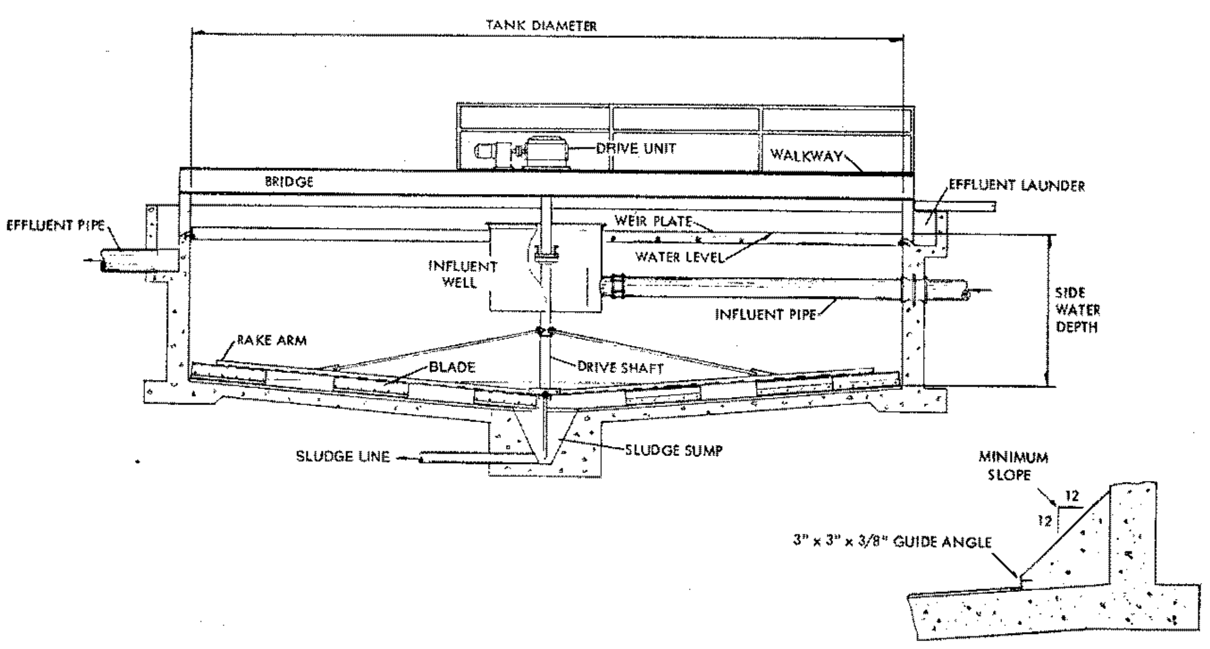
يتم تشغيل زحافة **Scraper** تسيرعلي قاع المروق حيث تكسح الرواسب أمامها الي جزء هرمي تتجمع فيه الرواسب أو محورالحوض (أذا كان الحوض مستديرا) حيث ماسورة تجميع الرواسب . يتم صرف الرواسب كل فترة زمنية بفتح صمام ماسورة الرواسب كل فترة زمنية (كل ٢٠ دفيقة مثلا) لمدة ١٥ ثانية (مثلا) لأخراج الرواسب (الحمأة) الي غرفة تجميع الرواسب خارج الحوض . شكل (١٨) .

المروق المربع :

يماثل في تشغيلة المروق المستطيل أو الدائري ، وتعالج أركان الحوض المربع بخرسانة تأخذ الشكل المبين في شكل (١٩) حتي لا تكون هذه الأركان بترسيب بعض الحمأة .

ولهذا المروق نفس مكونات المروقات الأخري مثل الزحافات أو طريقة التخلص من الحمأة ٠٠٠



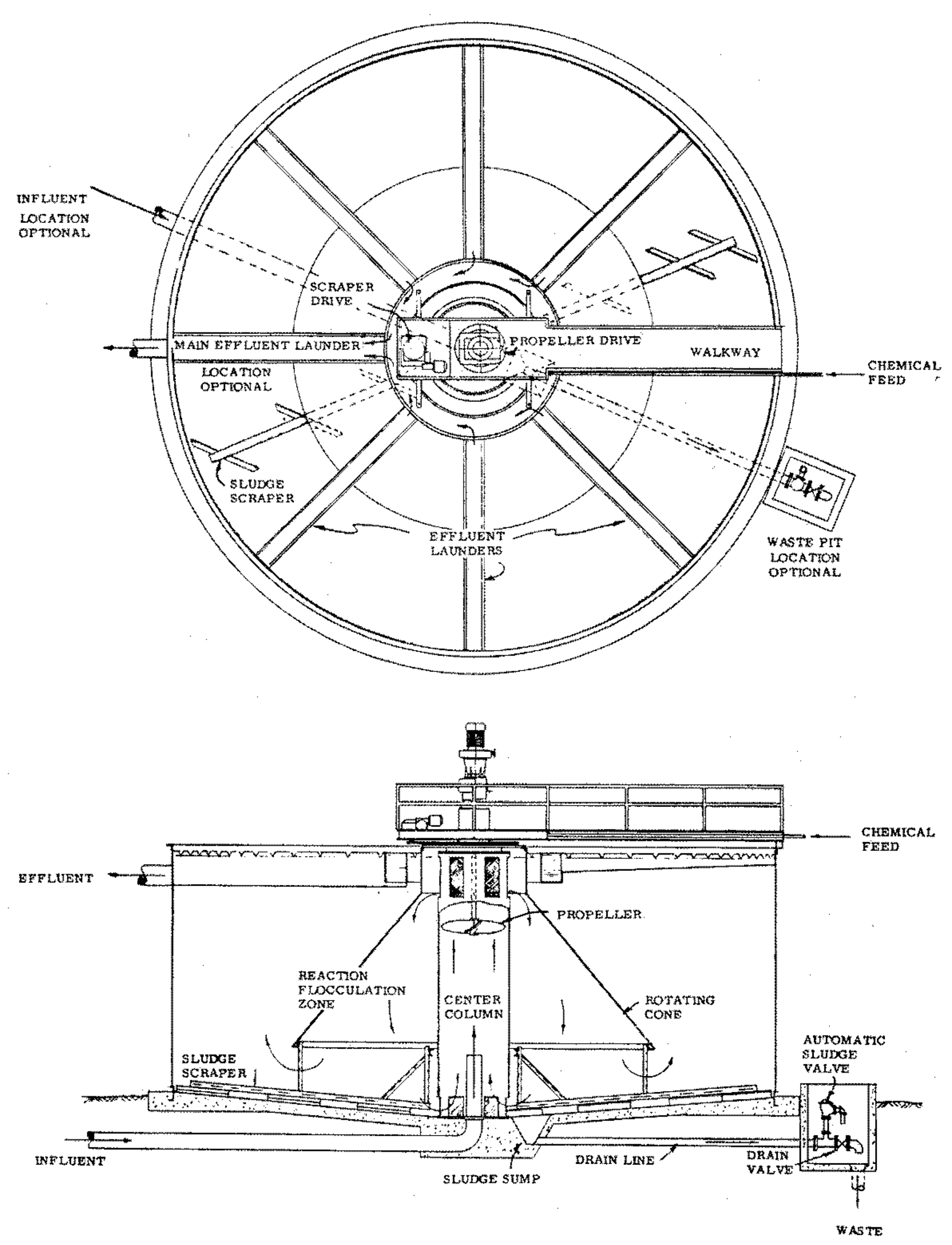


شكل (١٩)

مروق علي شكل مربع

ثانيا : أحواض الترويق المستديرة :

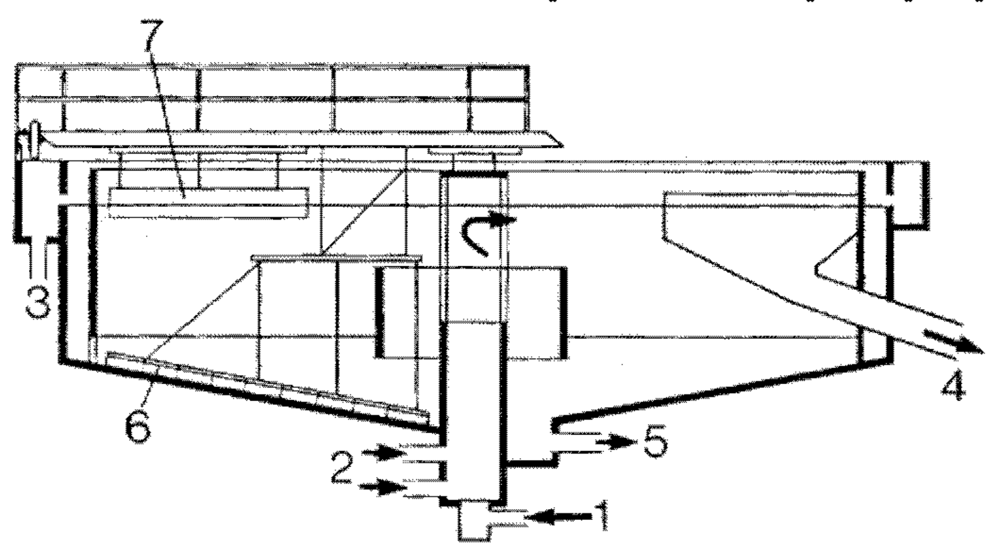
عندما تكون هناك كميات بسيطة من الحمأة ، يفضل أستخدام المروقات الدائرية ذات الزحافة التي تدور حول المحور و المرتكزة علي الأرضية ، كاسحة أي رواسب قد ترسب علي قاع الحوض وتوجهه نحو المحور الأوسط في الحوض حيث أوطي نقطة . تزود هذه الزحافة بذراع آخر يقوم بكشط الرواسب الطافية فوق الماء ويوجهها نحو مجري خرسانية في جانب الحوض أو نحو ماسورة (حسب التصميم) – شكل (٢٠) .



شكل (٢٠) المروق الدائري

المروق الدائري : سيدي فلوتازور :

هو مروق مستدير بقطر لا يزيد عن ٢٠ متر ، له زحافتان لكسح الواسب علي الأرضية والأخري لكشط أى حمأة طافية علي سطح الماء . والزحافة تكشط – أيضا – الرواسب من علي الأرضية المائلة ناحية المحور الأوسط فتتجمع في أوطي نقطة في منتصف الحوض ثم الي الحارج بواسطة مواسير .



1. *Raw water inlet.*
2. *Pressurized water inlet.*
3. *Treated water outlet.*
4. *Scum discharge.*
5. *Sludge extraction.*
6. *Bottom scraper.*
7. *Surface scraper.*

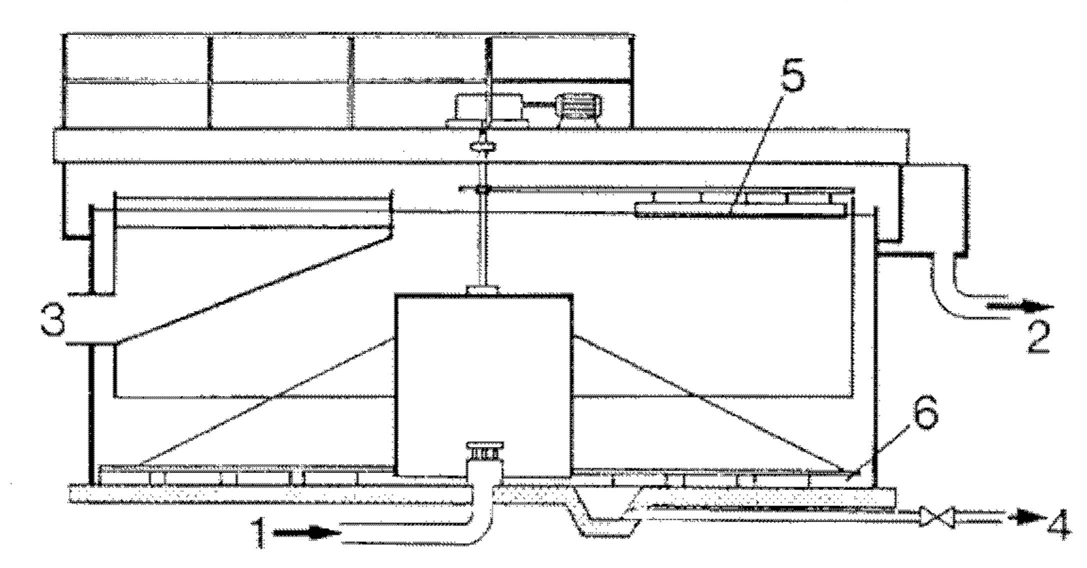
The SEDIFLOTAZUR.

شكل (٢٠)

المروق سيدي فلوتازور

المروق الدائري :سيدي فلوتور

وهو مماثل للمروق سيدي فلوتازور ، يمتاز بالأرضية الأفقية . له زحافة من جزئيين : الزحافة علي الأرض لكسح الرواسب والأخري علي السطح لكشط الحمأة الطافية .



1. *Pressurized raw water inlet.*
2. *Treated water outlet.*
3. *Scum discharge.*
4. *Sludge extraction.*
5. *Surface scraper.*
6. *Bottom scraper.*

The SEDIFLOTOR

شكل (٢٠)

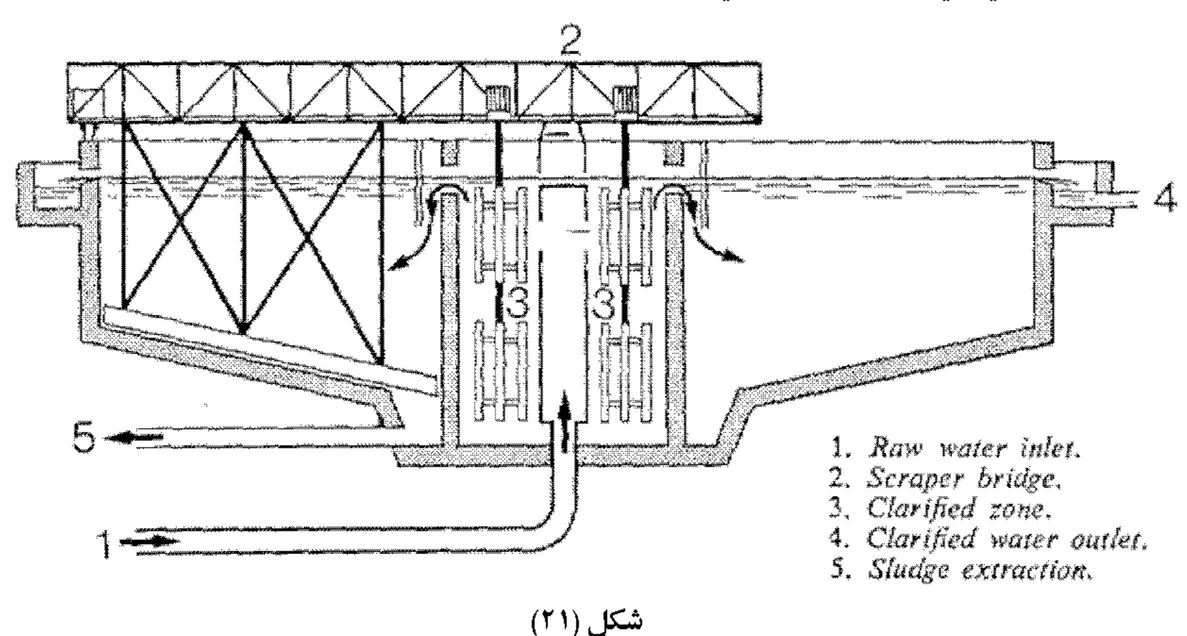
مروق طراز سيدي فلوتور

أحواض الترويق و الترويب Clariflocculator :

في هذا الحوض المزود بزحافة ميكانيكية تدور حول محور رأسي . يفضل أيضا تزويد هذه الأحواض بزحافة سطحية أخري مثبتة في الزحافة الدائرية بغرض كشط الرواسب الطافية علي سطح الماء . بمرور هذه الزحافات ، تقوم بكشط الرواسب عند القاع وتوجهها الي المخروط بمنتصف الحوض عند أوطي نقطة . تصرف هذه الرواسب عن طريق ماسورة الي بيارة الحمأة .

يمكن تزويد الزحافة بنظام يقوم بتقليب وخلط المياه (الترويب) يدور حول المحور – شكل (٢١) .

تدخل المياه الي الحوض عن طريق ماسورة رأسية عند محور الحوض الرأسي في منتصف الحوض . تتم عملية تقليب المياه بواسطة أذرع أفقيه تدور حول المحور الرأسي للحوض و تعمل بموتور كهربائي حتي تتم عملية الترويب . تتجه المياه الي أعلي و تتخطي الحاجز الرأسي و تدخل الي المروق . تتجه الرواسب الي أسفل الحوض – و تعمل الزحافة علي كشط الرواسب علي أرضية الحوض الي حيز الرواسب في منتصف الحوض الي ماسورة خروج الرواسب الي غرفة تجميع الرواسب . أما المياه المروقة فتتجه الي المجري المنشأه علي محيط الحوض من أعلي الي ماسورة الخروج الي المرشحات .



شكل (٢١)

حوض ترويب و ترسيب دائري باستخدام كاسحة رواسب ميكانيكية

أسس تصميم أحواض الترويق و الترويب :

١ – زمن الترويب = ٢٠–٤٠ دقيقة . زمن الترويق = ٢– ٤ ساعات .

٢ – عمق المياه = ٣ – ٤ متر . العمق الكلي للخزان يزيد علي عمق المياه بمقدار ١ متر .

٣ – قطر حيز الترويب لا يزيد عن نصف قطر الحوض . قطر الحوض = ٤٠ متر .

٤ – حجم حوض الترويب : حجم الحوض الكلي = ١٥ الي ٢٥ ٪ .

أحواض الترويق و الترويب السريعة Accelerator :

وظيفة هذا الخزان هي الأسراع بعملية المزج و التفاعل الكيماوي بين المياه و المروبات و تكوين الندف و ترسيبها ثم خروج المياه المروقة الي المرشحات . ينشأ الحوض بقطاع دائري من الخرسانة أو الصلب بقطر حوالي ٣٠ متر . القاع مخروطي و الأرضية مستوية لتسهيل خروج الرواسب .

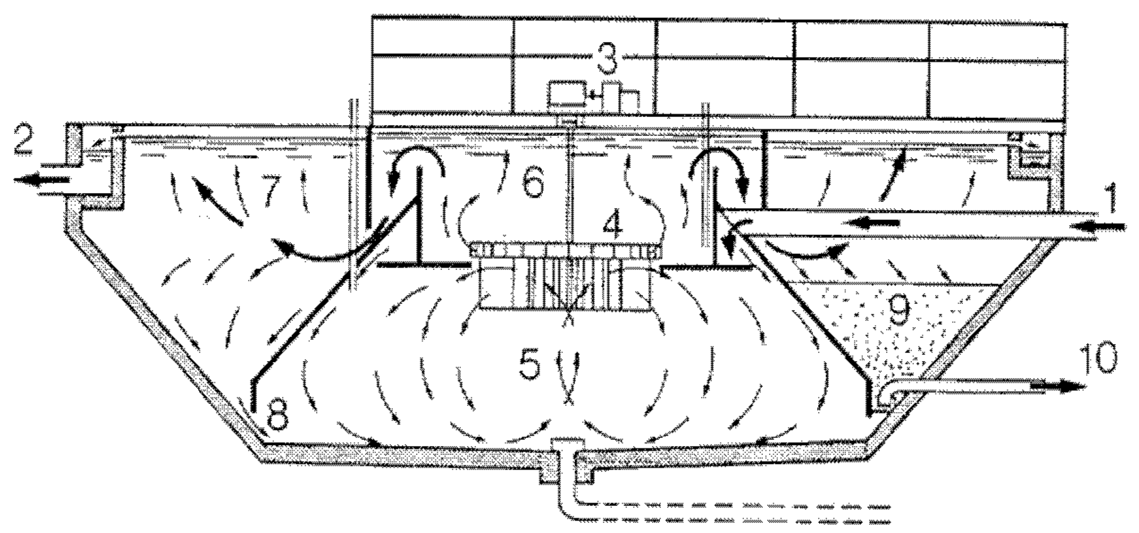
طريقة التشغيل :

١ – تدخل المياه الي منطقة الخلط الأبتدائي **Primary Mixing** كما تضاف المروبات من ٣ نقاط . يقوم الخلاط بعملية مزج المروبات مع المياه مزجا كاملا . تتكون الندف ويكبر حجمها و يثقل وزنها ثم ترسب علي القاع .

٢ – باستمرار ترسب الندف يزداد حجم الخليط و يخرج خارج منطقة التفاعل . و عند وقت معين يحدث التوازن .

٣ – يخرج الماء خارج نطاق الخليط السابق و قد تم ترويقه بينما يتم سحب الخليط المتكون (الحمأة) الي الخارج عن طريق ماسورة خاصة الي بيارة الحمأة .

٤ – تخرج المياه المروقة عبر هدار الي ماسورة الخروج متجها الي المرشحات – شكل (٢٢) .



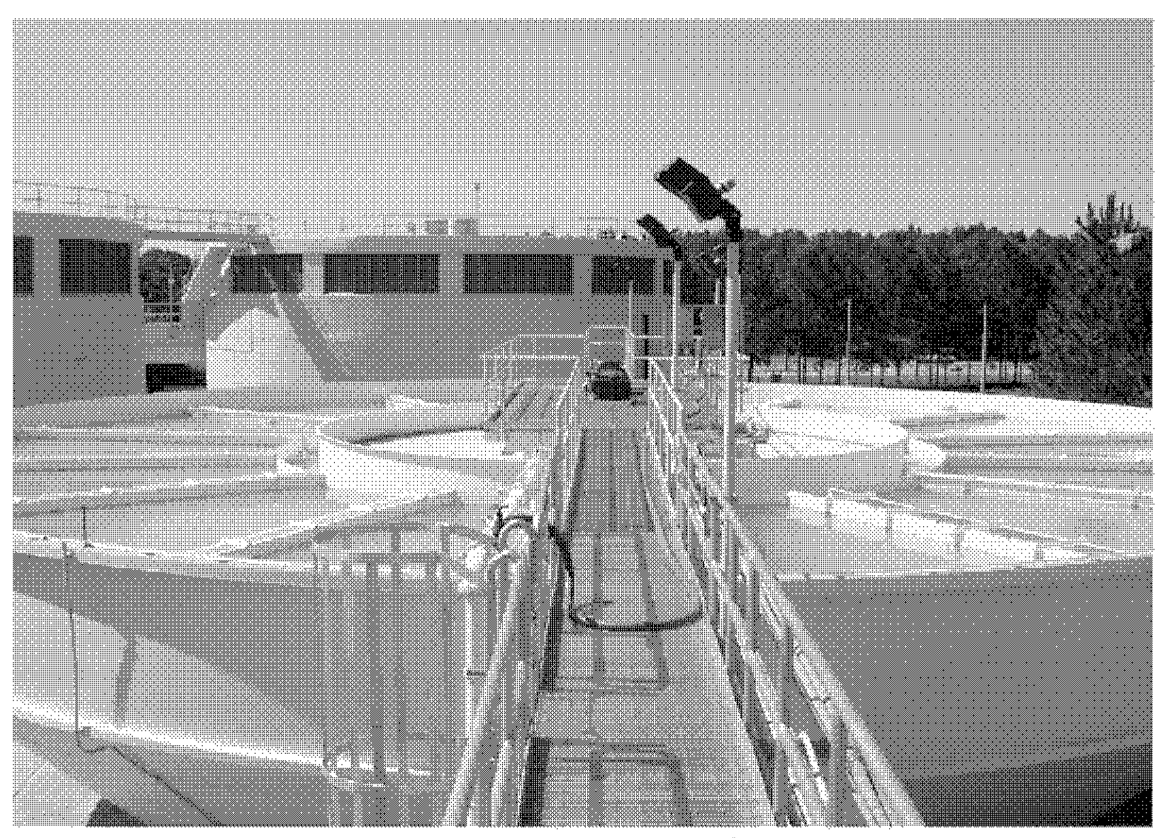
1. *Raw water inlet.*
2. *Clarified water outlet.*
3. *Impeller drive.*
4. *Rotor impeller.*
5. *Primary mixing and reaction zone.*
6. *Secondary mixing and reaction zone.*
7. *Clarified water.*
8. *Sludge return.*
9. *Sludge concentrator.*
10. *Excess sludge discharge.*

شكل (٢٢)

أحواض ترويق وترويب سريعة Accelator NS Clarifier

<u>مروقات أخري :</u>

<u>المروق السريع Accelator :</u>



شكل (٢٣)

المـروق

مميزات أحواض الترويق والترويب السريعة :

- درجة نقاوة عالية للمياه مع درجة عكارة بسيطة .
- المروق الحديث يعمل بمعدل فائق في محطات تنقية المياه ، ويمكن القول أنه يشغل نصف مساحة الترسيب التقليدي – شكل (٢٣) .
- أزالة الأملاح Clarifier / Softener بكفاءة عالية .
- التدوير الداخلي للحمأة .
- أزالة الألوان .
- يستعمل في المعالجة الثلاثية لمياه الصرف الصحي .
- ترسيب و أزالة المواد الناتجة عن الصرف الصناعي .

طريقة العمل :

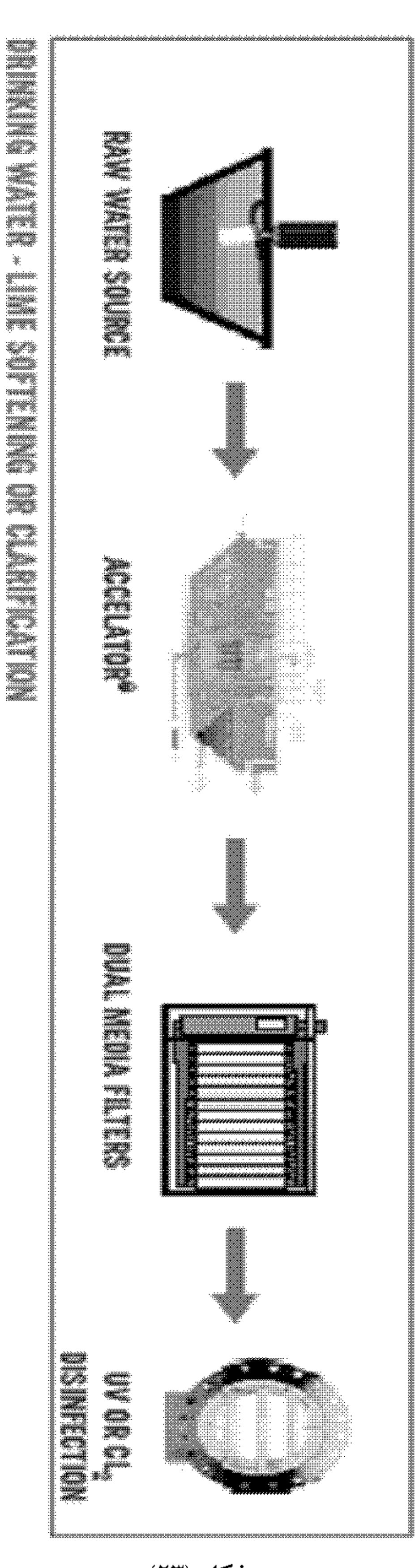
١ – تدخل المياه الخام الي خزان الخلط والتفاعل الكيماوي من خلال ماسورة دخول المياه أعلي الخزان .

٢ – يقوم الخلاط بمزج المياه مع الكيماويات .

٣ – ترسب الحمأة في القاع وتدور مرة أخري بينما الحمأة الزائدة تنقل الي خارج الحوض عن طريق ماسـورة .



شكل (٢٣) المروق **Accelator**



شكل (٢٣)

مخطط أستخدام المروق السريع

مروقات طبقة الحمأة Sludge Blanket Clarifiers :

أ - المروق النابض Pulsator

يعتبر هذا النوع من أحدث و أكفأ المرشحات التي تعمل علي ترشيح المياه - شكل (٢٤) .

مميزات المروق النابض :

١ - القدرة علي أزالة اللون و العكاره من المياه .

٢ - القدرة علي التعامل مع أي نوع من المياه السطحية .

٣ - هذا المرشح أكثر فاعلية و أنتاجا للمياه النظيفة و التي تلائم الصناعات التي تتطلب مياه علي درجة عالية من النقاوة مثل صناعة المنسوجات و البتروكيماويات و الورق .

٤ - مرونة فائقة وسهولة في التشغيل .

٥ - فاقد بسيط في ضاغط المياه .

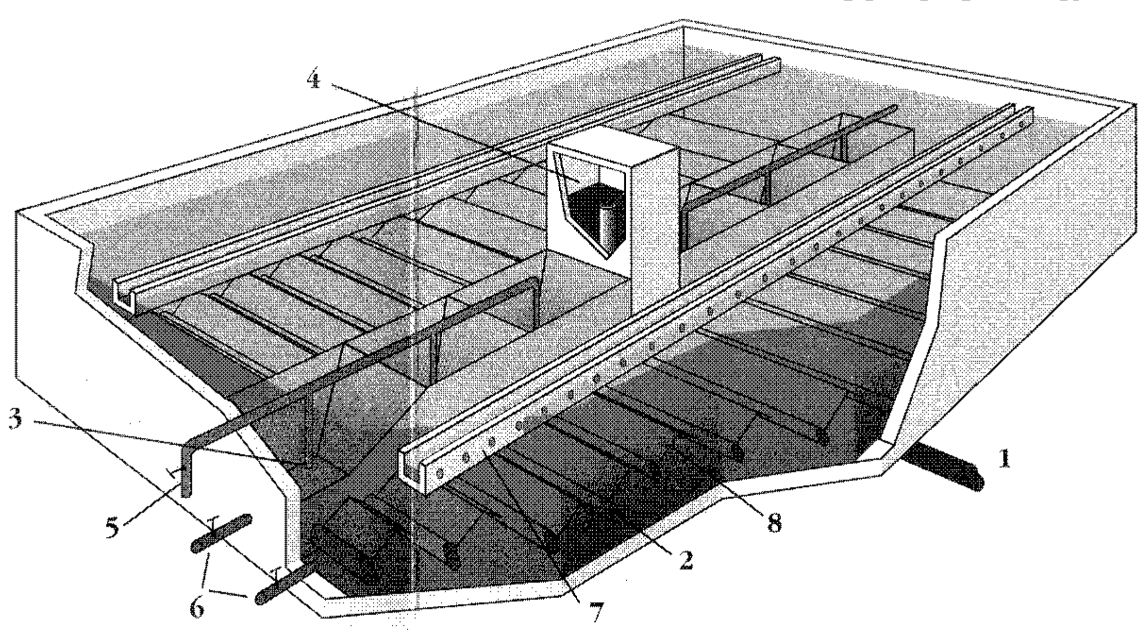
وصف المرشح :

يعتمد هذا المرشح علي تكون طبقة من الحمأة Sludge Blanket تساعد علي أتمام الترشيح .

هو عبارة عن خزان ذو قاع منبسط ، ينشأ من الخرسانة أو الصلب . يمكن أن يأخذ الشكل الدائري أو المربع أو المستطيل للأستفادة القصوي من موقع الأنشاء- شكل (٢٤) . توجد مواسير مثقبة علي أرضية الخزان لتغذية الحوض بالمياه علي كامل مسطح الحوض ، وهو نوعان :

١ - المروق النابض .

٢ - المروق النابض ذو الألواح .

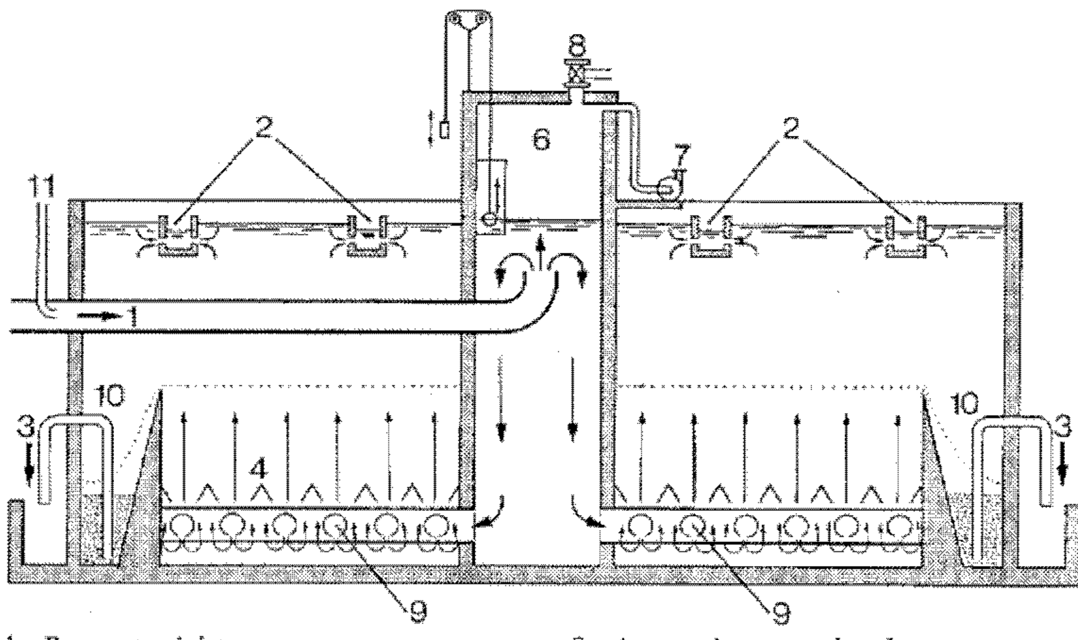


١ - مدخل المياه الخام ٢ - مواسير توزيع المياه الخام ٣ - تركيز الرواسب ٤ - غرفة التفريغ

٥ - خروج الرواسب ٦ - مصرف ٧ - خروج المياه المنقاة ٨ - ألواح الترسيب

شكل (٢٤)

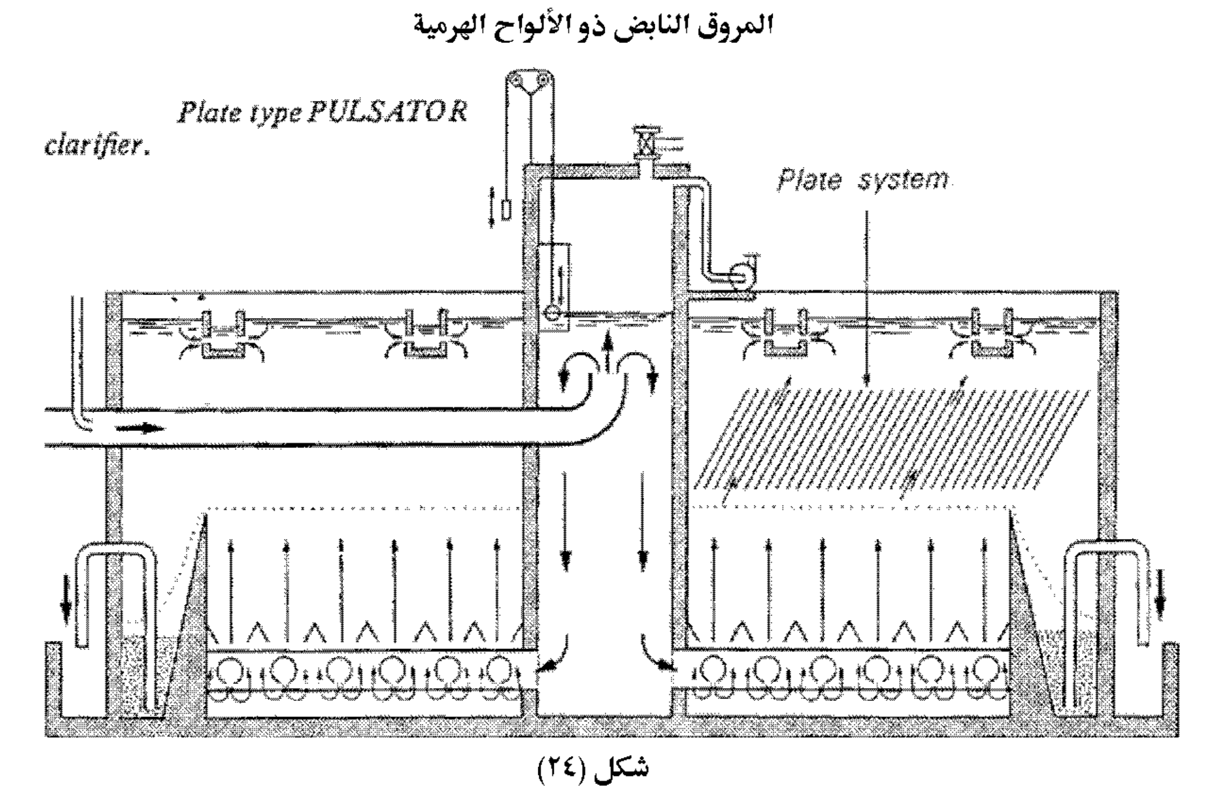
منظور لأيضاح أجزاء المروق النابض وطريقة عمله



1. *Raw water inlet.*
2. *Clarified water outlet.*
3. *Sludge discharge.*
4. *Stilling plates.*
6. *Vacuum chamber.*
7. *Vacuum pump.*
8. *Automatic vacuum-breaker.*
9. *Raw water perforated distribution piping.*
10. *Sludge concentrators.*
11. *Reagent inlet.*

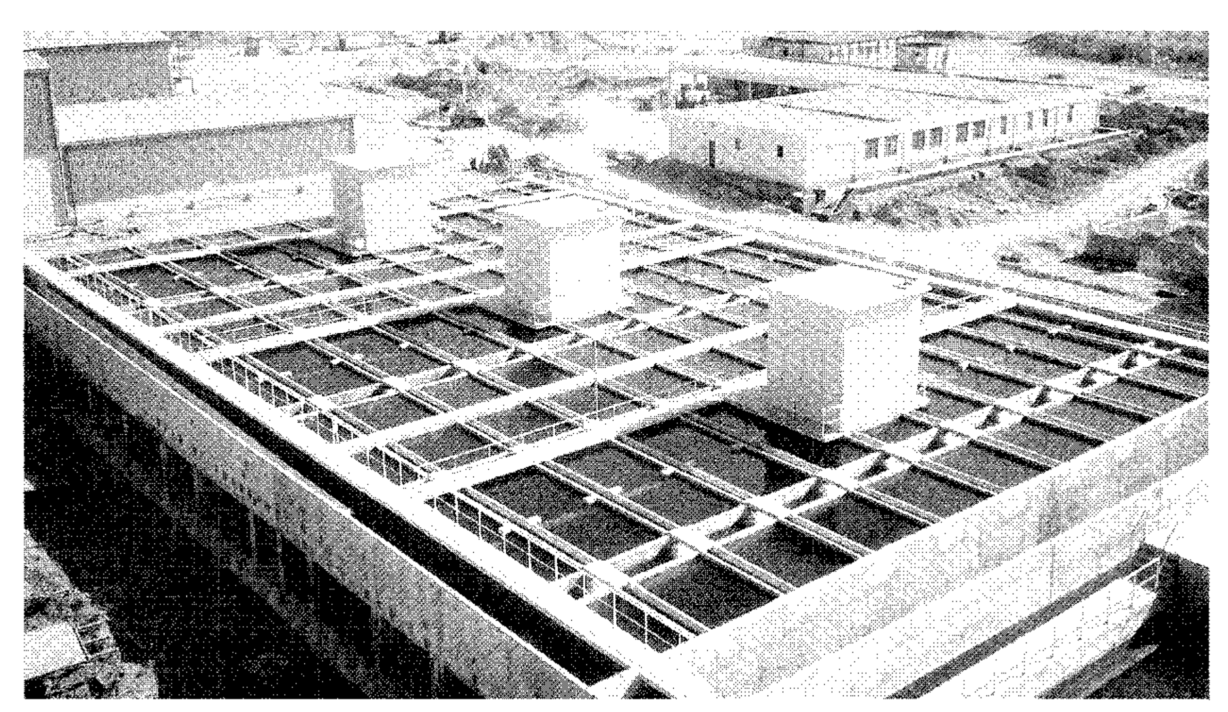
شكل (٢٤)

المروق النابض ذو الألواح الهرمية



شكل (٢٤)

المروق النابض ذو الألواح الهرمية والألواح المستقيمة المائلة





شكل (٢٤)

منظور للمروقات النابضة

يزود الخزان بغرفة تفريغ علي قمته و في منتصفه من الحديد أو الفيبرجلاس أو الخرسانة ، مركب علي هذه الغرفة طلمبة تفريغ و أخري أحتياطية ، كما يوجد صمام للتحكم في الملء و التفريغ للغرفة .

تنشأ مواسير علي الأرضية موزعة للمياه أسفل الحوض من الأسبستوس أو الفيبرجلاس – هذه المواسير مغطاه بشرائح معدنية Baffles تصنع من مواد مقاومة للصدأ ، كما توجد قنوات علوية مثقبة لتجميع المياه المرشحة .

<u>طريقة التشغيل :</u>

١ – تدخل المياه مختلطة بالمروبات في ماسورة تتجه الي منتصف الحوض . يتم تشغيل طلمبة في غرفة التفريغ Vacuum Chamber فتسحب المياه و ترتفع داخلها الي منسوب محدد تخترق طبقة الحمأة المتكونة التي تساعد في عملية التنية ، يتم ضبط منسوب المياه بواسطة تشغيل صمام مركب أعلي الغرفة بالفتح أو الغلق يعمل بجهاز حساس Level Sensor . عند فتح الصمام يعود الضغط الجوي الي طبيعته فتهبط المياه علي الألواح الهرمية ثم الي المواسير السفلية و الثقوب و تتخلل أسفل المرشح الي أعلي .

٢ – يتدفق خليط المياه مع المواد المروبة من القاع مخترقا الطبقة الجيلاتينية بسرعه ٦ متر / ساعة و يتم حجز المواد العالقة و الغروية الموجوده بالمياه علي هذه الطبقة بينما يتجه المياه المرشحة خلال القنوات الي خزانات التعقيم .

وعندما يصل منسوب المياه عند أوطي نقطة له ولا يكون هناك ضاغط مائي ، تنغلق فتحه الهواء بواسطة الجهاز الحساس و تقوم طلمبة التفريغ بالعمل و شفط الهواء من داخل الغرفة الي الخارج و يعود منسوب المياه الي الأرتفاع . و أنخفاض و أرتفاع المياه داخل غرفة التفريغ هو الذي أدي الي تسمية هذا المرشح بالمروق النابض . تستغرق هذه العملية Pulsation Cycle من ٤٠ – ٥٠ ثانية .

٣ – يتم تجميع المياه المرشحة الخارجة من الطبقة الهلامية عن طريق قنوات مثقبة مجمعة و متراصة بعرض المرشح تنقل المياه الي الخزان الأرضي .

٤ – تزداد سماكة الطبقة الجيلا تينية المتكونة في أسفل المرشح بزياده المواد العالقة و الغروية التي ألتصقت بها و كذلك المواد المروبة المستخدمة مع الماء . و يجب التخلص من الزيادة في هذه الطبقة عن طريق مجري تفيض فيها الرواسب و تنصرف الي الخارج ليكون هناك سمك ثابت للطبقة الجيلاتينية اللازمة لعملية الترشيح .

ب – المروق النابض الفائق Super Pulsator .

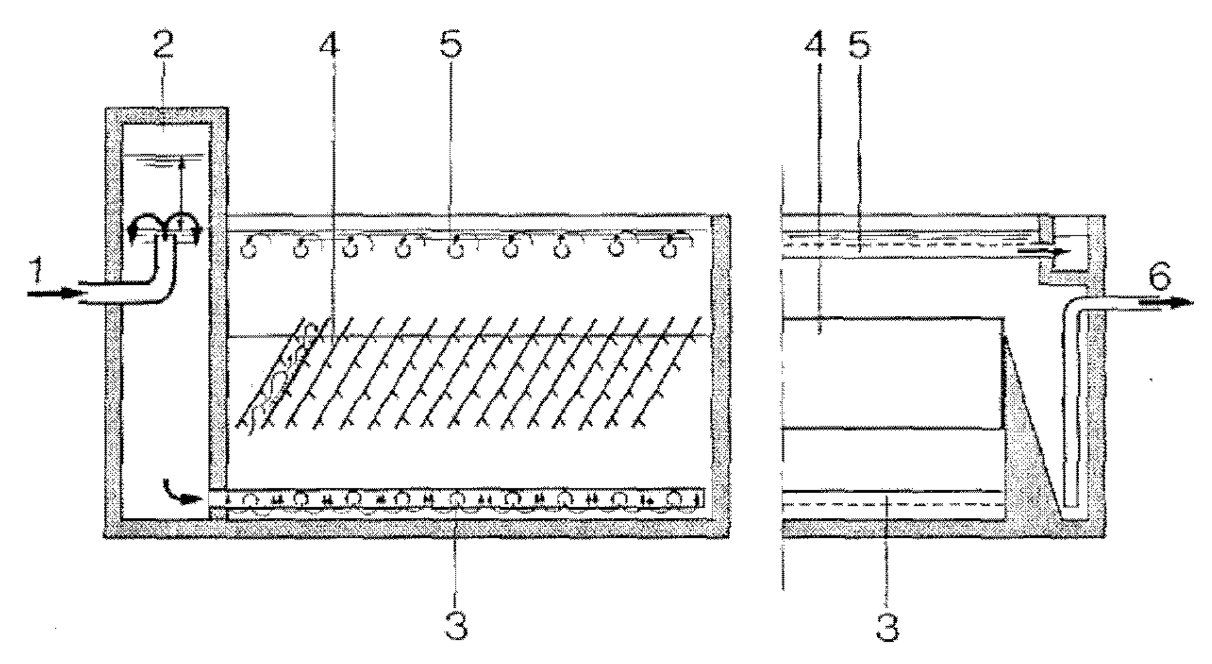
وهو مماثل للمرشح النابض السابق ذكره إلا أنه متطور أكثر ، فهو مصمم علي أساس تقليل زمن التشغيل اليدوي بالأضافة الي أن عملية التنظيف تتم أتوماتيكيا – شكل (٢٥) .

طريقة التشغيل :

١ – تدخل المياه الي غرفة من جانب الحوض ، ثم الي أسفل وتتجمع في المواسير .

٢ – بفعل النبضات نتيجة تفريغ الهواء ترتفع المياه لأعلي علي كامل المسطح وتمر خلال الألواح المائلة حيث ترسب أي جزيئات بينما ترتفع المياه المرشحة الي أعلي و تتجمع في المواسير المثقبة الي خارج الحوض .

٣ – تخرج الحمأة من الحوض من خلال ماسورة الي الخارح .

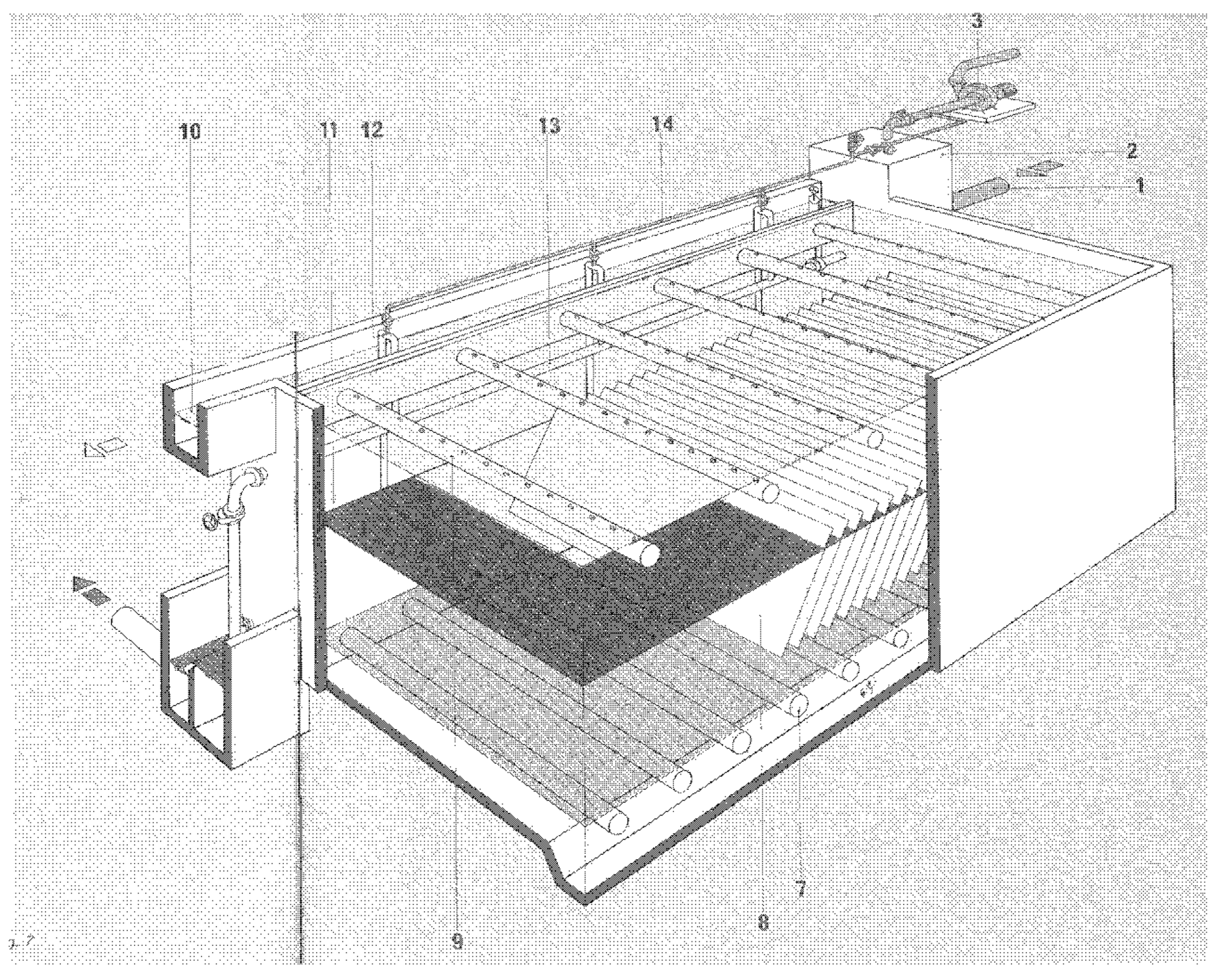


1. *Raw water inlet.*
2. *Vacuum chamber.*
3. *Perforated pipes for water distribution.*
4. *Plate system.*
5. *Perforated pipes for clarified water collection.*
6. *Sludge discharge.*

Fig. 98 — The SUPERPULSATOR clarifier.

شكل (٢٥)

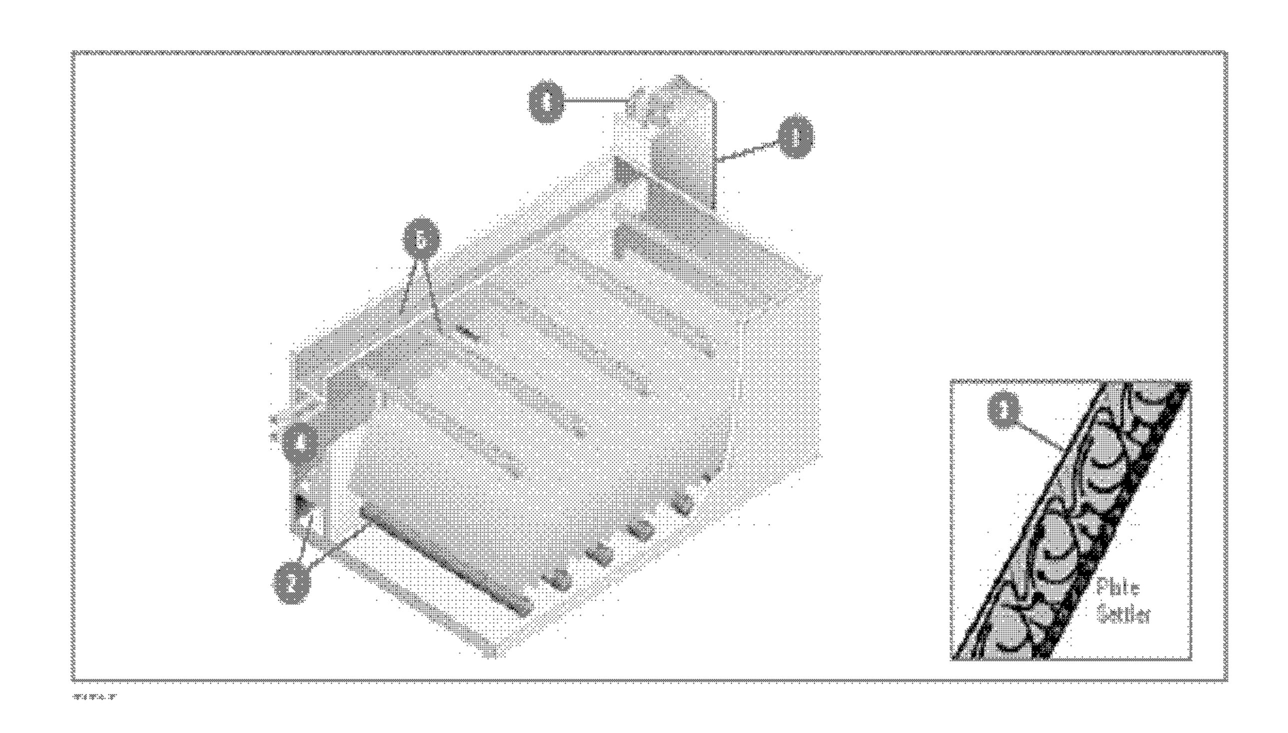
المروق النابض الفائق ذو الألواح المستقيمة المائلة

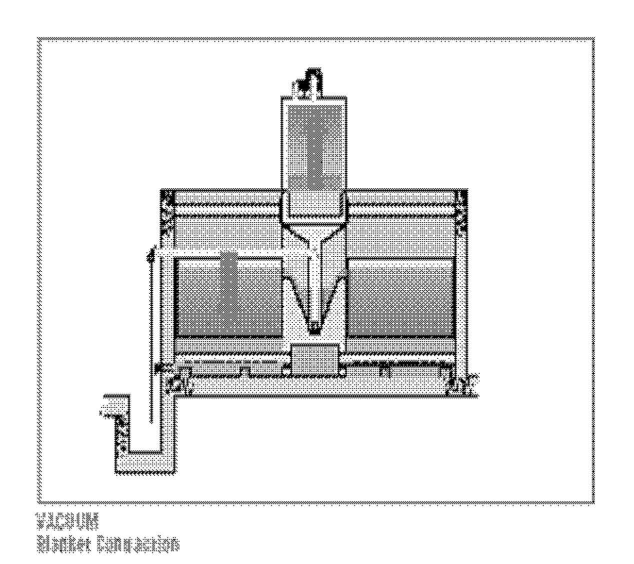


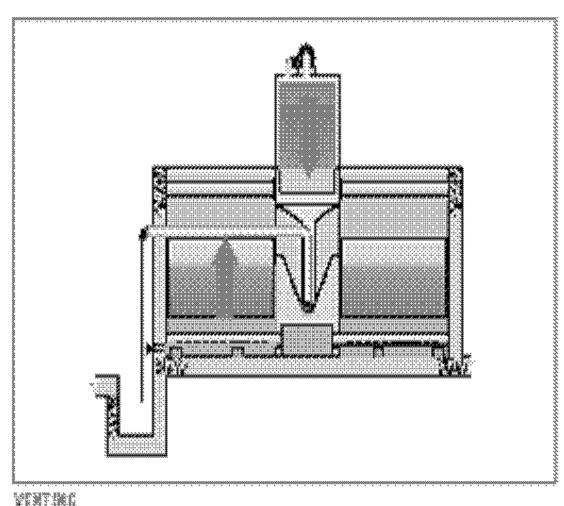
١ – مدخل المياه ٢ – غرفة تفريغ الهواء ٣ – مروحة هواء ٧ – مواسيير التوزيع المثقبة ٨ – ألواح ٩ – مواسير مثقبة لتجميع المياه ١٠ – قناة المخرج للمياه المنقاة ١١ – مكثف الرواسب ١٢ – سيفون خروج الحمأة ١٣ – الماسورة الرئيسية لخروج الرواسب ١٤ – مواسير التفريغ

شكل (٢٥)

منظور توضيحي للمرشح النابض الفائق

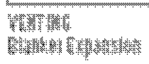


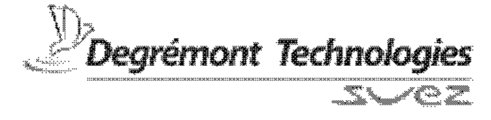




VACUUM
Blanket Contraction

VENTING
Blanket Expansion





شكل (٢٥)

المروق النابض الفائق

مخطط المعالجة باستخدام المروق النابض الفائق – شكل (٢٦) .

تفاصيل عملية الترويق :

١ – مدخل المياه المروبة Raw Water Inlet بواسطة جهاز الخلط السريع الي غرفة الشفط Vacuum Chamber .

٢ – التوزيع Distribution : تكون المياه عند قاع غرفة الشفط ، يفتح الي قناة حيث يتوزع الماء علي عدد من المواسير المثقبة بانتظام

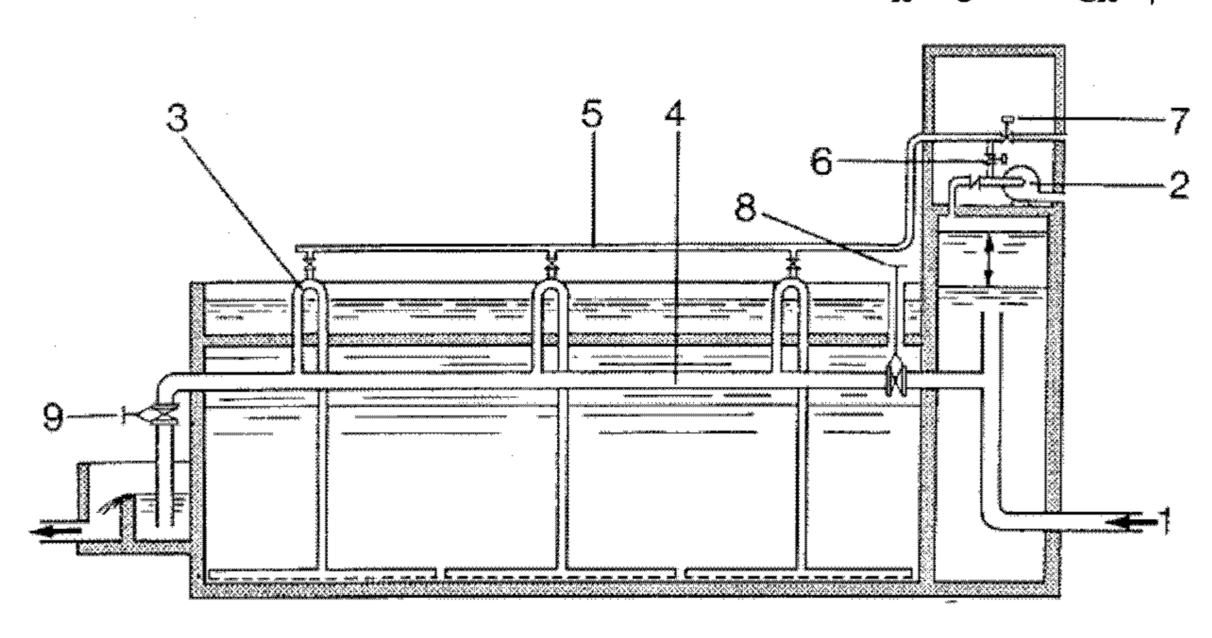
٣ – ألواح الترسيب Settling Plates : تساعد هذه الألواح علي الترسيب ، تتجه الحمأة المتكونة الي الخارج .

٤ – أزالة الحمأة Sludge Removal : يتجه الماء الي أعلي بواسطة ألواح فيبر جلاس مائلة – تحتجز طبقة من الحمأة Sludge Blanket بسمك ١٠ قدم بين سطح الحوض و الألواح المائلة . الرواسب الخفيفة تطفو علي السطح .

٥ – تجميع المياه Collection : تتجمع المياه بانتظام في المواسير المثقبة وتصب هذه المواسير في قناة مخرج المياه المنقاة .

٦ – عملية النبضات Pulsing Action : تعتبر هذه العملية أساس الحوض مع طلمبة التفريغ .

نظام خروج الحمأة من المروق :



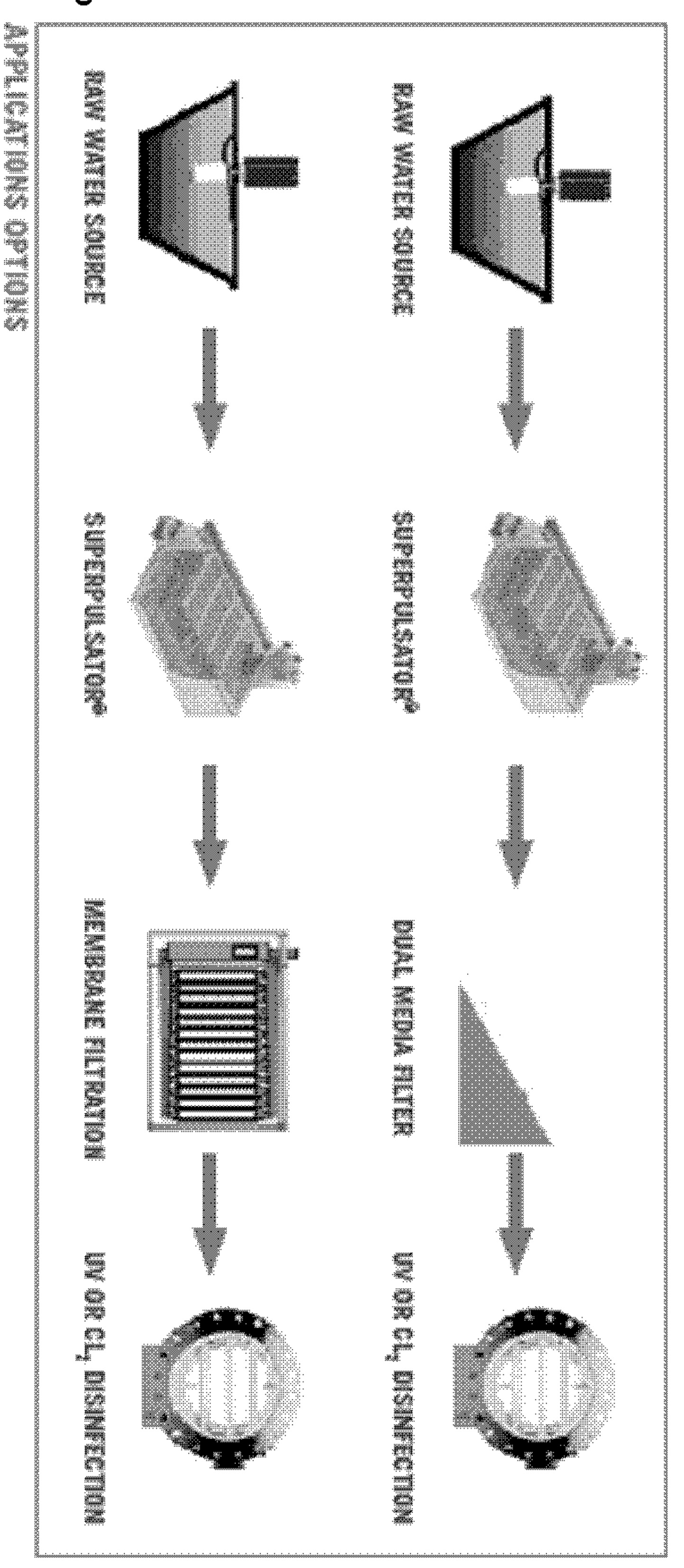
1. *Raw water inlet.*
2. *Vacuum pump.*
3. *Sludge discharge by siphon.*
4. *Main sludge discharge pipe.*
5. *Siphon negative pressure piping.*
6. *Solenoid valve.*
7. *Vent pipe.*
8-9. *Valves for automatic floor cleaning.*

Sludge extraction system using siphons for the PULSATOR and SUPER-PULSATOR clarifiers.

نظام التنظيف التلقائي بأخراج الحمأة من المروق باستخدام السيفون في المروق النابض والمروق النابض الفائق

مميزات المروق الفائق النابض :

- لـه فاعليـة قـصوي في عمليـة الترويق .
- المياه الخارجة الي المرشحات ذات جودة عالية .
- يجمع بين الترويب والترويق في حوض واحد .
- يزيل الألوان من المياه .
- يحتاج الي طاقة كهربية و صيانة بسيطة و تشغيل سهل .
- قـادر علـي أضـافة مواسـير للترسيب أضافية لزيادة طاقة المروق .
- قادر علي ترويق مياه بدرجة عكارة من صفر الي ٢٠٠٠ (NTU) .
- ازالة ٦٠ ٪ من TOC .
- نسبة الترويق حتي ١ – ٢ NTU .
- عرض الألواح المائلة حتي ٢٠ قدم .
- أرتفاع المروق = ١٦ – ١٨ قدم
- معدل التحميل ٢ – ٤ جالون / دقيقة / قدم ٢ .
- يناسب أي موقع للأنشاء .



شكل (٢٦) مخطط المروق النابض الفائق – تطبيقات متنوعة

كيف يعمل المروق الفائق النابض :

١ – تأتي المياه من خزان الخلط السريع الي غرفة الشفط في المروق النابض الفائق .

٢ – تتجه المياه بعد ذلك الي قناة التوزيع ثم الي تتدفق الي عدة فروع .

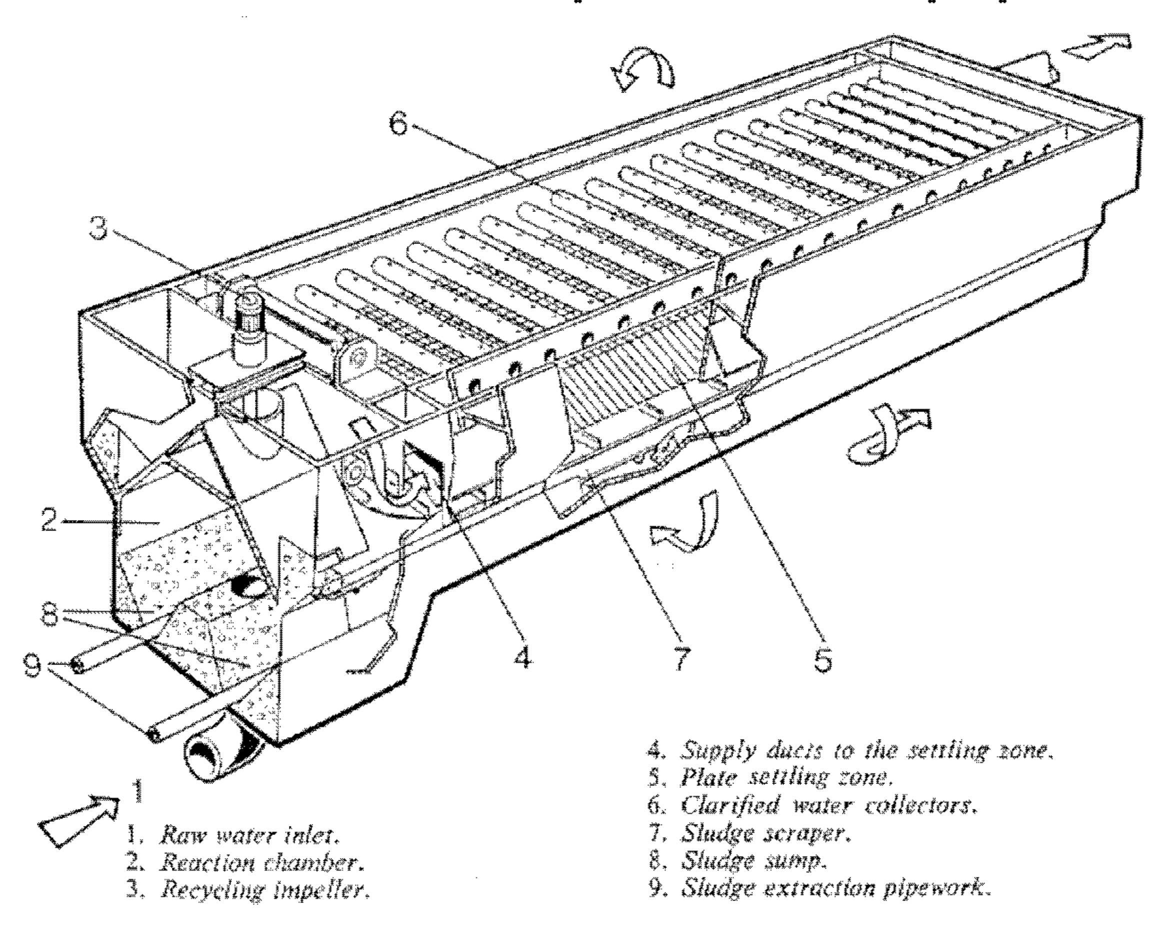
٣ – عند عملية الترسيب تتجه الحمأة الي ماسوة الحمأة ثم يتم التخلص من الحمأة بالجاذبية الي بيارة الحمأة .

٤ – الماء المروب يصعد الي أعلي ويتم توجيهه بواسطة ألواح مائلة من الفيبر جلاس و يتجمع في مواسير مثقبة مغمورة عند سطح الماء أعلي المروق . تتكون طبقة من الحمأة تحتجز علي الأرضية تزيد من كفاءة التنقية .

ثالثا : أنواع أخري تعمل حسب التصميم و الحالة :

١ - المروق المتطيل ذو الألواح RPS :

يدخل الماء الي الحوض عند منسوب الأرضية ، تكون هناك مروحة لتقليب الماء في غرفة التفاعل الموجودة عند أول الحوض . يخترق المياه – بعد ترويبها – خلال حائطا الي منطقة الترسيب حيث الألواح المائلة التي تساعد وتزيد كفاءة النرسيب . تصعد المياه المروقة الي أعلي ، وعند سطح المياة تتواجد مواسير مثقبة لتجميع المياه المرشحة . أما الرواسب المتخلفة (الحمأة) من عملية الترسيب ، فيتم كسحها بواسطة زحافة وتوجهها الي آخر الحوض في أوطي نقطة لتأخذها ماسورة خاصة الي الخارج أو أعادة تدوير جزء منها – شكل (٢٧) .



The RPS plate-type settling tank.

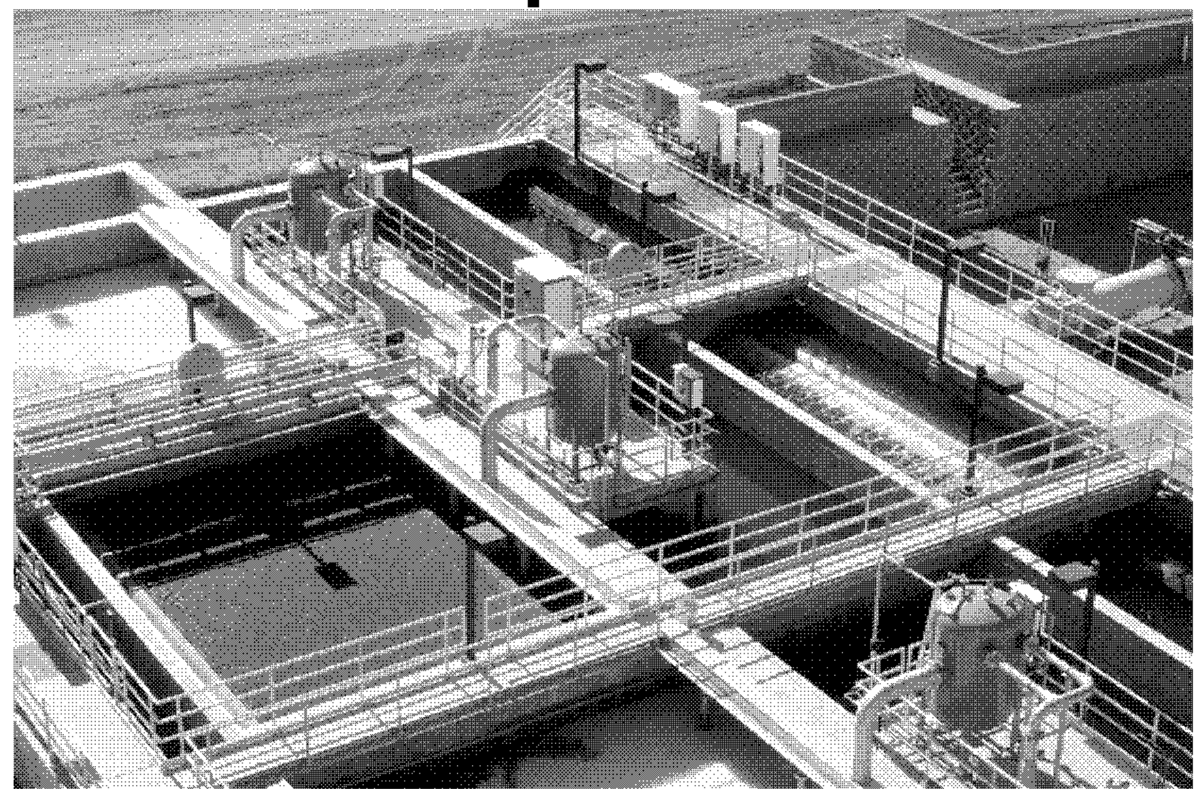
شكل (٢٧)

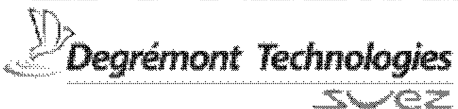
حوض الترسيب المستطيل ذو الألواح المائلة

٢ – المروق أكواداف المهوي :

AquaDAF™ Dissolved Air Flotation System

AquaDaf





شكل (٢٨)

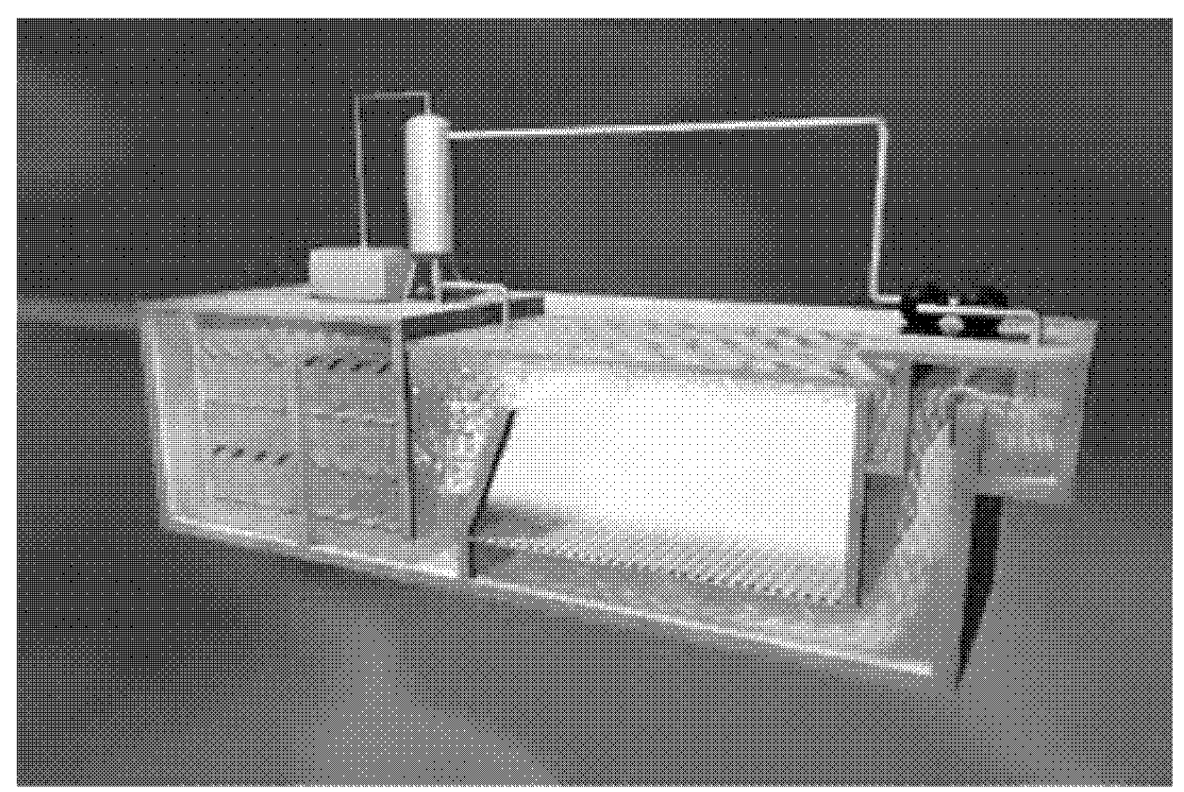
تفاصيل وحدة أكواداف Aquadaf

وصف أكواداف :

أكواداف عبارة عن مروق ذو معدل عالي ينشأ في مرحلة قبل تنقية المياه . وأستخدام الأكواداف من شأنه زيادة كفاءة عملية التنقية الحالية أو الجديدة . يقوم هذا الحوض – عن طريق مراوح – بعمل خلط الشبة جيدا مع الماء فضلا عن ضغط فقاقيع الهواء من خلال مواسير مثقبة عند القاع Dissolved Air Floatation – شكل (٢٨) ، ليكون فقاعات صغيرة تتحد مع جزيئات العكارة الموجودة بالماء . تتحد هذه الجزيئات مع بعضها لتكبر في الحجم ثم تكون طبقة الحمأة . تزال الحمأة بطريقة ميكانيكية أو هيدروليكية . المنتج النهائي هو جودة عالية للمياه الخارجة من أعلي الحوض .

توجد بعض الفوائد الأخري وهي :

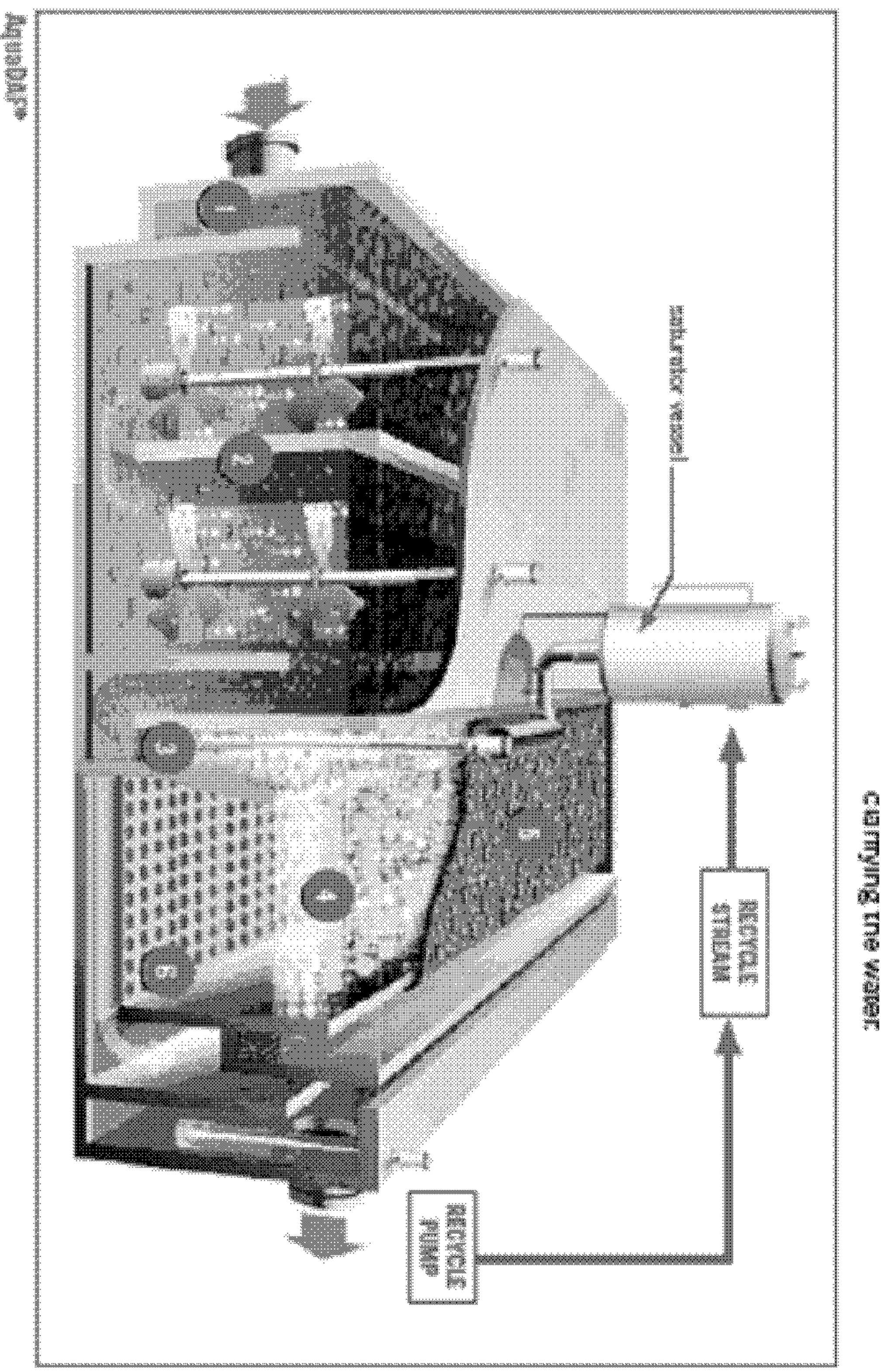
- يعمل علي أزالة الألوان .
- صالح للمعالجة الثلاثية حيث يزيل الفوسفور لأقل من ٠,١ ملجم / لتر .
- يصلح للعمل في مرحلة ما قبل التنقية لعملية تحلية مياه البحار .
- يقوم بترويق المياه أقل من ١ NTU .
- يزيل الطحالب بنسبة أكبر من ٩٠ ٪ .
- زمن مزج وترويب المياه أقل من ١٠ دقائق .
- يكثف ويركز الحمأة الي ٢ – ٤ ٪ .



Degrémont Technologies
SUEZ

شكل (٢٨)

كروكي يوضح نظرية العمل لحوض أكواداف



Degrémont Technologies
SUEZ

شكل (٢٨)

أجزاء المروق أكواداف

وصف المروق أكوادف:

بالأشارة الي شكل (٢٨) :

١ – دخول المياه الخام – بعد خلطها بالمروبات (كبريتات لألومنيوم – كلوريد الحديديك) بواسطة الخلاط السريع Rapid Mixer ، يدخل الماء الي قناة توزيع ثم الي منطقة الترويب .

٢ – منطقة الترويب – حيث توجد خلاطات رأسية متغيرة السرعة تزيد من كفاءة خلط المروبات حيث تتكون ندف بأحجام أكبر . زمن المكث بين ٨ – ١٠ دقائق في هذه المنطقة .

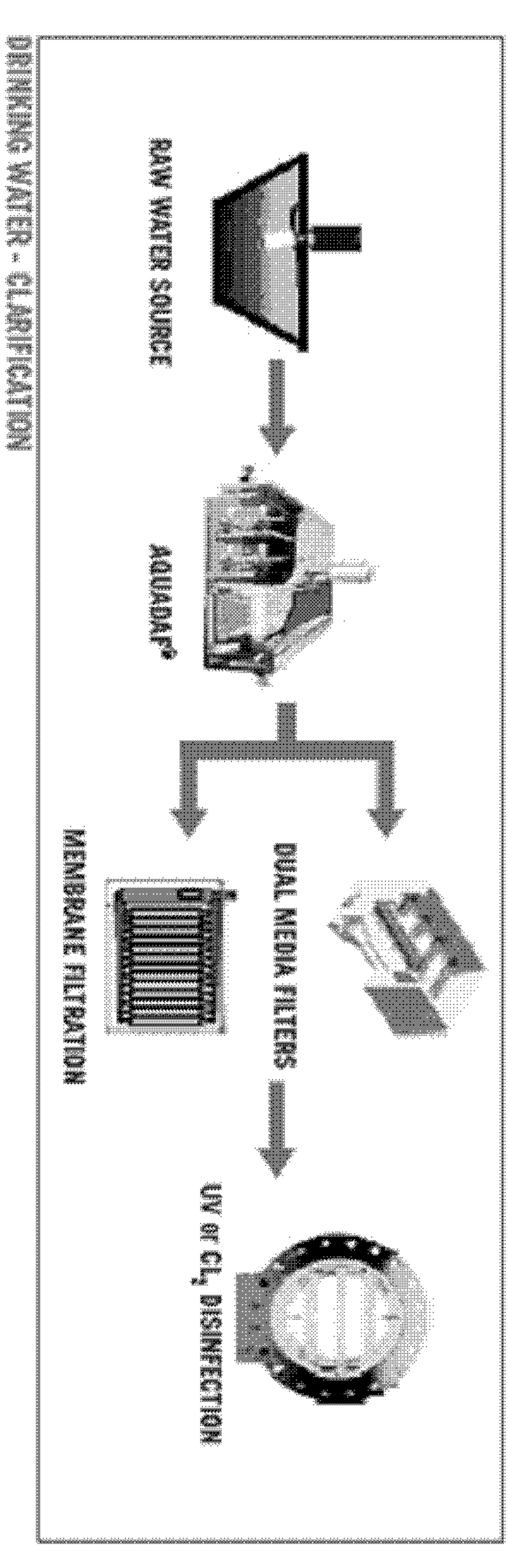
٣ – منطقة ضخ الهواء أسفل منسوب المياه ، حيث تمر المياه من خلال منطقة هواء ومياه Saturated Air-Water Recycle Stream . هذه الكمية منتجة من أعادة تدوير ٨ – ١٠ ٪ من المياه المرشحة و يتم ضخها بالطلمبات Recycle Pump الي خزان مضغوط أعلي الحوض Pressurized Saturator Vessel ثم يتم تخفيف هذا الضغط من خلال بعض الفتحات Release Nozzles المغمورة و الموجودة علي كامل عرض الحوض وينتج عن ذلك فقاعات دقيقة كثيرة .

٤ – منطقة الطفو : تتحد فقاعات الهواء مع الندف المتكونة وتكون طبقة كثيفة من فقاعات الهواء في منطقة الطفو وتطفو علي السطح وتحدث عملية ترويق .

٥ – تجمع الحمأة : الندف الطافية مع الجزيئات المتكونة ، يتم التخلص منها هيدروليكيا أو ميكانكيا .

٦ – تجميع المياة المعالجة عند القاع بواسطة أرضية مثقبة بشكل منتظم . معدل التحميل = ١٠ – ٢٠ جالون في الدقيقة / قدم المربع (١٠ to ٢٠ gpm/ft٢) .

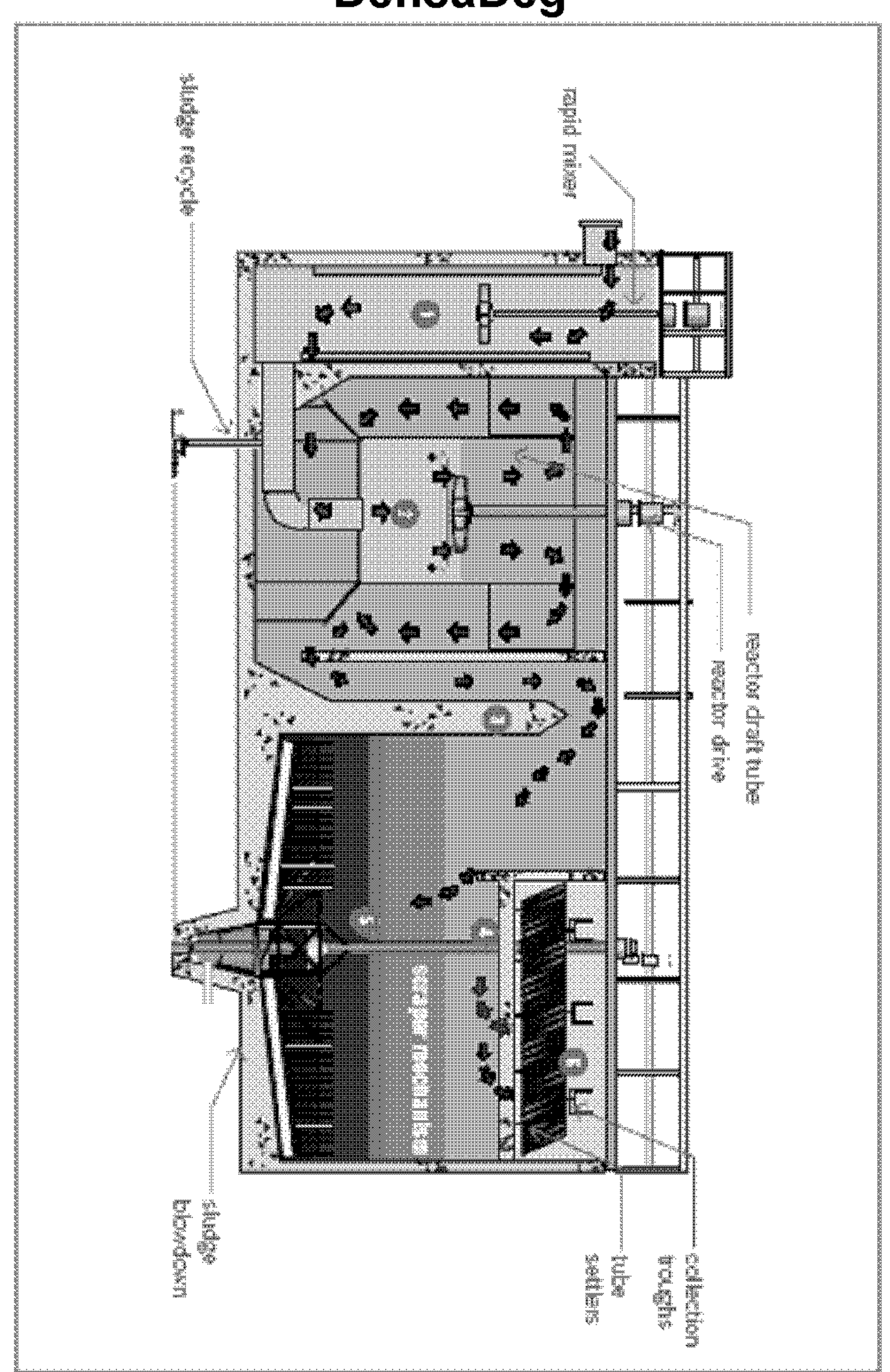
مخطط المعالجة – شكل (٢٩) .



شكل (٢٩)

مخطط أستخدام أكواداف – لمعالجة المياه

٣ – مروق دنسادج Densadeg :



شكل (٣٠)

حوض دنسادج

طريقة العمل :

حوض دينسادج – شكل (٣١) .

١ – عملية الخلط السريع : يدخل الماء الخام الي منطقة الخلط حيث تضاف المروبات – كبريتات الألومنيوم أو كلوريد الحديديك .

٢ – منطقة التفاعل : يدخل الماء مع المروبات من أسفل حتي تمام المزج . تكبر الندف وتكون طبقة الحمأة .

منطقة التحول .

٣ – منطقة الترسيب : تأتي الرواسب الي منطقة الترسيب حيث ترسب في القاع بينما تتجه المياه المنقاه الي أعلي .

٤ – تكثيف وتركيز الحمأة : تتجمع الجزيئات وترسب الي أسفل المروق و تتجمع بواسطة زحافة تدور علي محور رأسي

جزء من هذه الحمأة يعاد الي منطقة التفاعل بينما الجزء الأكبر من الحمأة يصرف من خلال الصمام .

٥ – تجميع المياه المنتجة : تخرج المياه المنقاة خلال قنوات تقع أعلي أنابيب الترسيب .

المميزات :

- يعمل في تنقية مياه الشرب ومعالجة ثلاثية لميا الصرف الصحي .
- معدل فائق في تجميع الجزيئات العالقة الي أقل من ١ NTU .
- يخفض معدلات BOD, COD, TSS Reduction
- يزيل الفوسفور Phosphorous Removal
- يزيل المواد العضوية .
- يزيل السيليكا Softening/Silica Removal

شكل (٣١)

مخطط أستخدام وحدة دنسادج

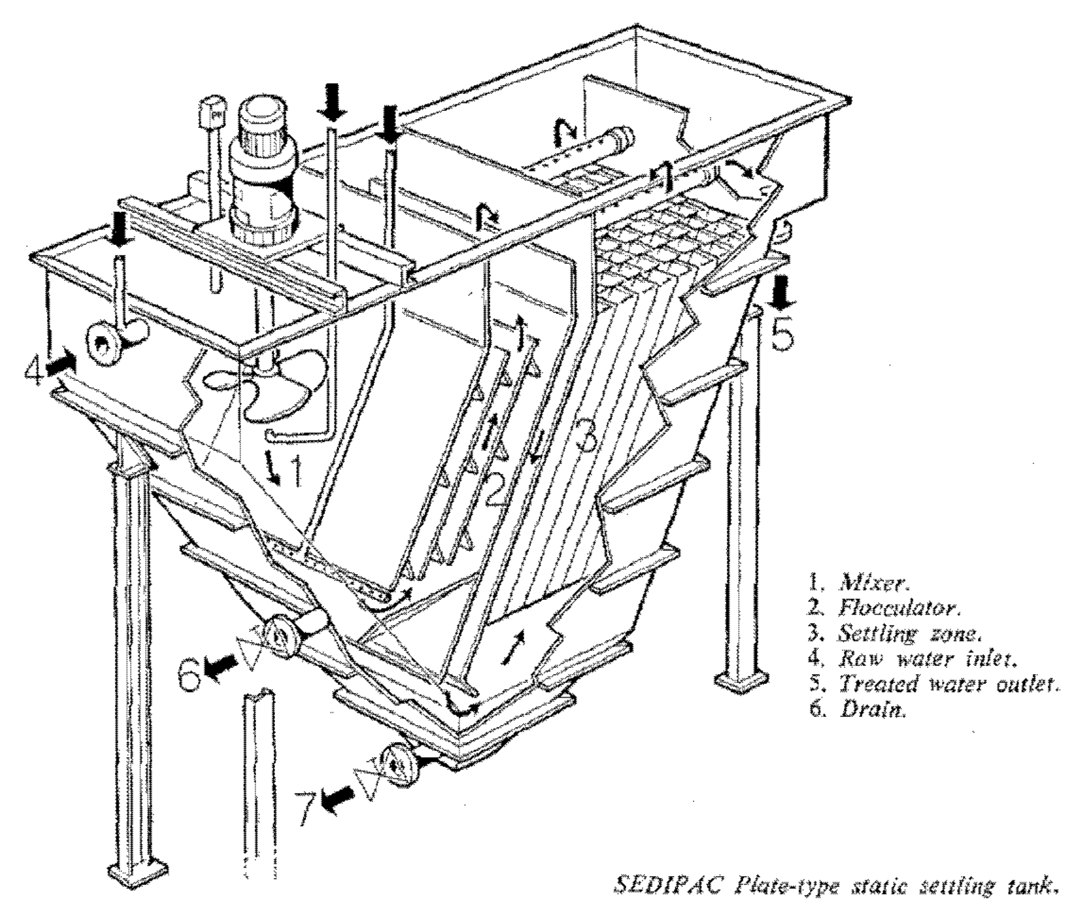
- يتطلب مساحة تعادل نصف مساحة المروق العادي
- يركز الحمأة بنسبة ٢- ١٠٪ .

مخطط أستخدام وحدة دنسدج – شكل (٣١) .

المروقات الساكنة Static Settling Tanks :

٤ – المروق سيدباك Plate Type Settling Tank :

من معالم هذا المروق أنه مزود بألواح مائلة ومتوازية ، كما أنه يقوم بخلط الماء مع الشبه عن طريق المروحة المزود بها . تمتص المواسير العلوية المثقبة الماء المرشح ثم تنقله الي الخارج . تهبط الحمأة عند القاع ليتم التخلص منها عن طريق المواسير – شكل (٣٢) .



SEDIPAC Plate-type static settling tank.

شكل (٣٢)

المروق ذو الألواح سيدي باك

تاسعا : عملية الترشيح :

المرشحات Filters :

الغرض من المرشحات :

١ – أزالة ما تبقي من مواد غروية دقيقة .

٢ – أزالة ٨٠٪ من البكتيريا .

٣ – أزالة الطحالب .

٤ – أزالة الحديد و المنجنيز .

٥ – أزالة الطعم و الرائحة .

أنواع المرشحات :

أ – مرشحات الجاذبية :

١ – المرشح الرملي السريع .

٢ – المرشح الرملي البطيء . يستخدم في المجتمعات الصغيرة التي لا يزيد سكانها عن ٣٠٠٠٠ نسمة .

ب – مرشحات الضغط : تستخدم في المجتمعات الصغيرة و حمامات السباحة .

١ – المرشحات الأفقية .

٢ – المرشحات الرأسية .

ج – المرشحات المهواة :

١ – المرشح ABW .

د – مرشحات الأغشية :

١ – المرشح أيكوسكيد .

٢ – المرشح التراسورس .

أ – مرشحات الجاذبية :

١ – المرشحات الرملية السريعة Rapid Sand Filters :

المرشح عبارة عن حوض من الخرسانة المسلحة ، توجد في قاع الحوض شبكة من المواسير المثقبة قطر ثقوبها ٦ – ١٩ مم و المسافة بينها = ٨ – ٣٠ سم – الغرض منها تجميع المياه المرشحة . تعلو هذه الشبكة طبقة من الزلط بسمك ٥٠ سم ثم طبقة من الرمل بسمك ٧٠ سم . عمق المياه فوق سطح الرمل = ١٥٠ سم . ترتفع حافة الحوض بما لا يقل عن ٥٠ سم فوق سطح الماء . تدفع المياه بمعدل ١٢٠– ١٨٠ م٣ / يوم / م٢ من المرشح حتي نحافظ علي جودة و كفاءة الترشيح .

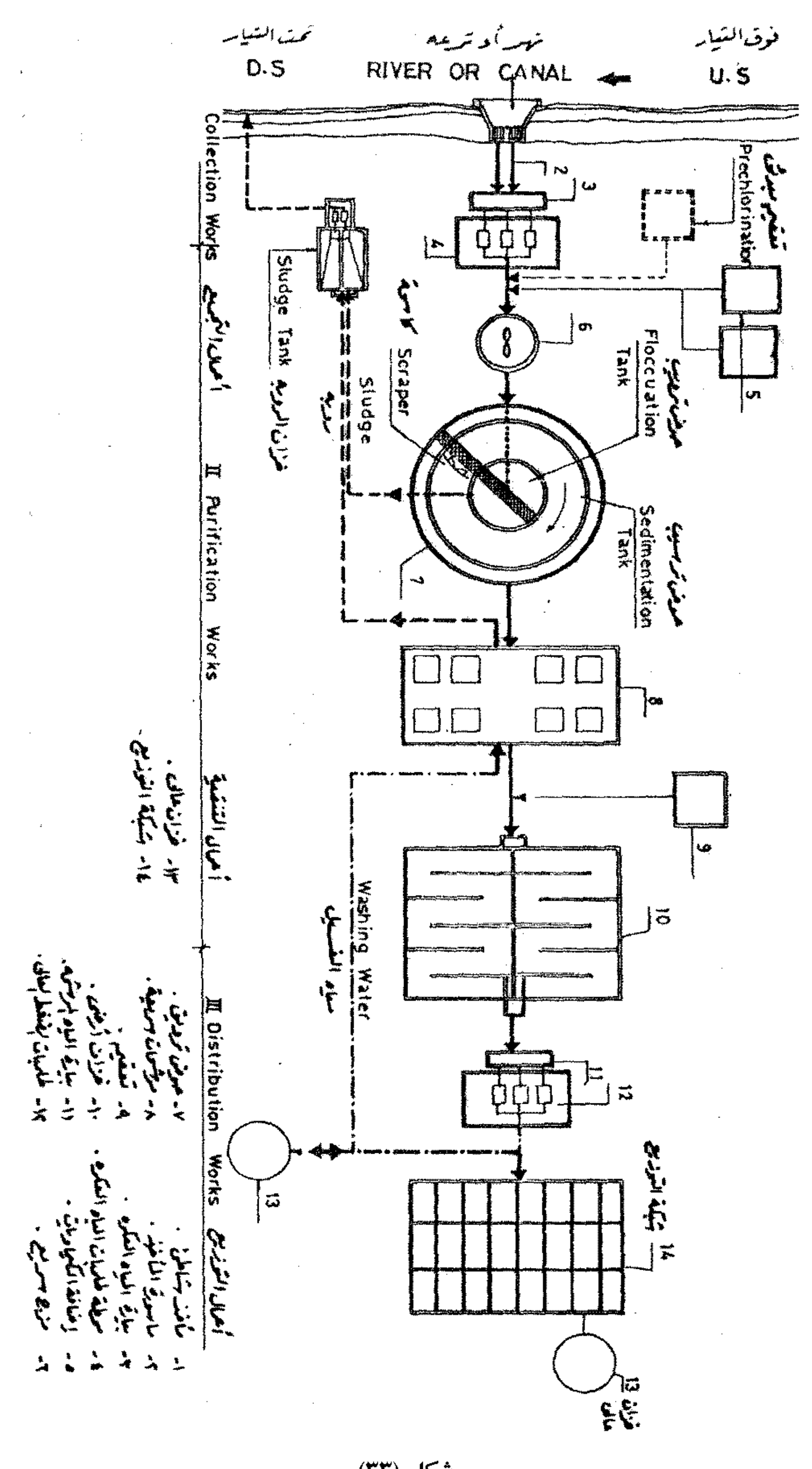
وصف عملية الترشيح :

١ – التصاق بعض المواد العالقة بسطح حبيبات الرمل ، تساعد علي ذلك الخواص الهلامية للمواد العالقة بسبب المواد المروبة .

٢ – ترسب بعض المواد العالقة في فجوات طبقة الرمل حيث تعمل طبقة الرمل كمصفاة لحجز المواد العالقة .

٣ – تتكون طبقة هلامية علي سطح الرمل من المواد العالقة الدقيقة و ما يحتمل وجوده من كائنات حية دقيقة مم يساعد علي عملية أصطياد و حجز المواد العالقة .

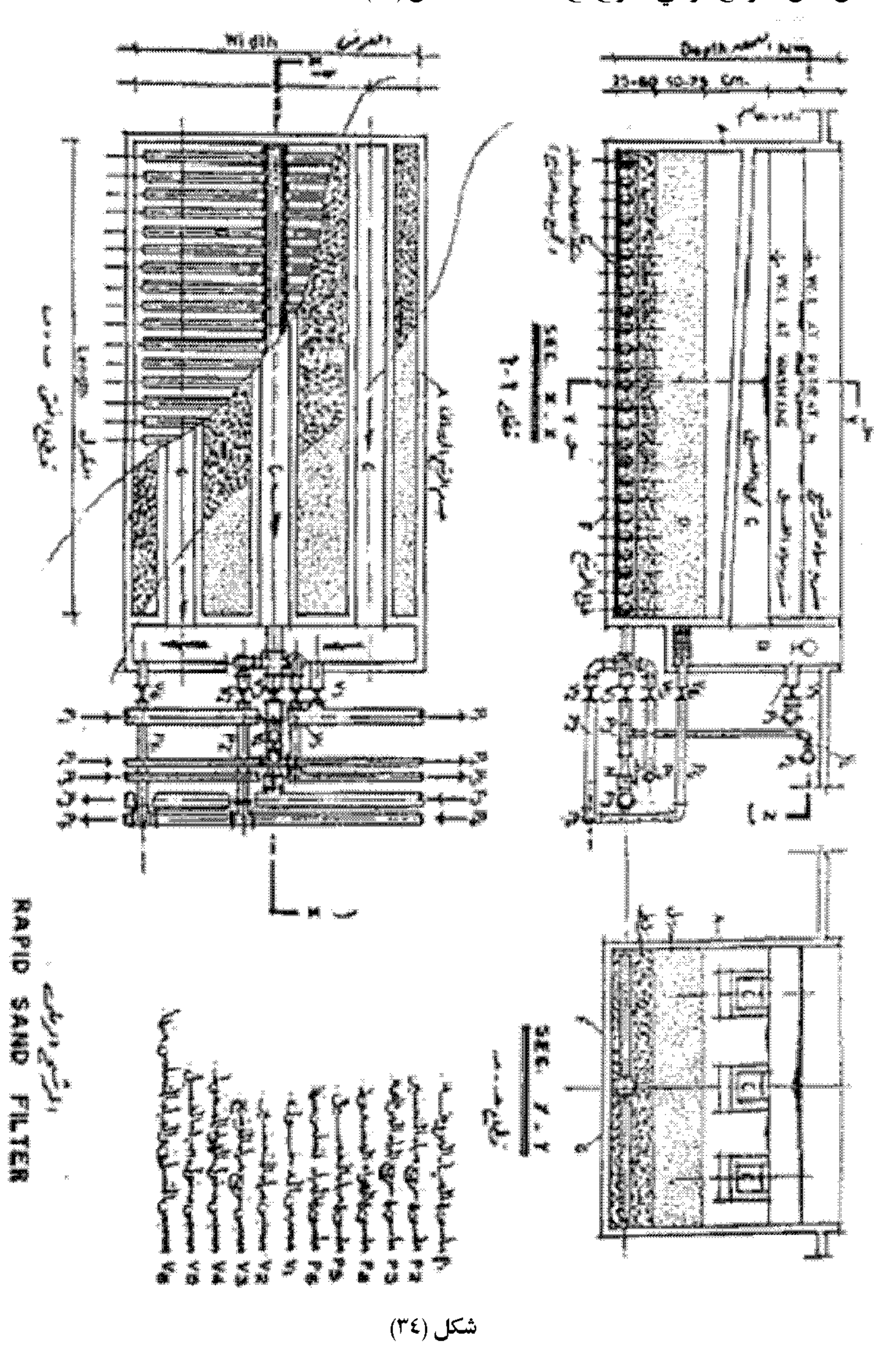
مخطط تنقية المياه بالمرشحات السريعة – شكل (٣٣) .



شكل (٣٣)

مخطط تنقية المياه السطحية باستخدام المرشحات الرملية ذات المعدل السريع

تفاصيل عمل المرشح الرملي السريع مع قطاعات له – شكل (٣٤) .



شكل (٣٤)

تشغيل المرشح :

تمر عملية تشغيل المرشح في أربعة مراحل :

أولا : عند تشغيل المرشح لأول مرة :

الغرض من العملية هو طرد الهواء الموجود بين حبيبات الزلط و الرمل . تتم هذه العملية مرة واحدة في تاريخ المرشح تتم هذه العملية بفتح الصمام رقم (٥) لدخول الماء النقي تحت ضغط من أسفل الي أعلي . يتخلل المياه شبكة المواسير السفليه المثقبة ثم الي طبقة الزلط ثم طبقة الرمل حتي يصل أرتفاع الماء فوق طبقة الرمل الي أرتفاع ٣٠ سم .

ثانيا : عملية الأعداد :

الغرض منها زياده كفاءه المرشح بتكوين طبقة من المواد الجيلا تينية و الغروية علي سطح المرشح .

تتم هذه العملية كالآ تي :

١ - فتح الصمام رقم (١) لدخول المياه من أحواض الترويق و الترويب .

٢ - يمر الماء من طبقه الرمل الي طبقة الزلط ثم الي شبكة المواسير المثقبة . يفتح الصمام رقم (٣) لخروج المياه الي العادم . تستمر هذه العملية ١٥ دقيقة حتي نلحظ تحسن شفافيه المياه الخارجة من الصمام رقم (٣) .

ثالثا : عملية الترشيح :

الغرض منها الحصول علي المياه المرشحة ، وهي العملية الأساسية للمرشح .

تتم هذه العمليه باستمرار فتح الصمام رقم (١) و يفتح أيضا الصمام رقم (٢) لتخرج المياه المرشحه . تستمر هذه العملية من ١٢ - ٣٦ ساعة حتي يصل أرتفاع المياه الي ١,٥ متر فوق منسوب طبقة الرمل .

رابعا : عملية الغسيل :

تستغرق هذه العملية ١٥ دقيقة .

الغرض منها أعداد المرشح للعمل مرة أخري . تتم خطوات هذه العملية كالآتي :

١ - يقفل الصمام رقم (١) لمنع دخول المياه من أحواض الترويق و الترويب .

٢ - يستمر فتح الصمام رقم (٢) لخروج المياه حتي تصبح علي أرتفاع ٣٠ سم فوق سطح الرمل . تستغرق هذه العملية ٥ دقائق .

٣ - يفتح الصمام رقم (٤) لدخول الهواء المضغوط حيث يعمل علي تفكك الحبيبات من بعضها .

٤ – يفتح الصمام رقم (٥) لدخول الماء النقي تحت ضغط من أسفل الي أعلي بغرض غسل حبيبات الزلط و الرمل . تتجمع مياه الغسيل في قناه الغسيل و منها الي القناة الرئيسية و يفتح الصمام رقم (٦) لخروج مياه الغسيل . تستغرق هذه العملية ٥ دقائق .

ملاحظة :

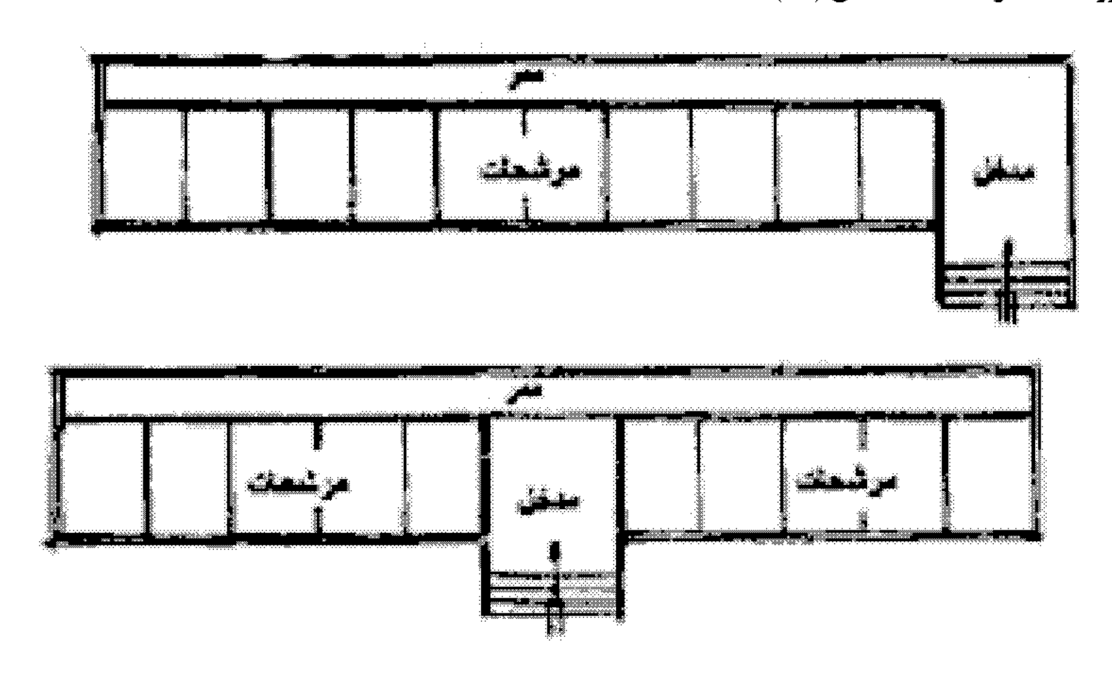
١ – يفضل عمل سقف للمرشح لحجب ضوء الشمس لمنع تكون الطحالب داخل المرشح . أما أذا كان هناك حقن كلور مبدئي **Pre chlorination** – يمكن الأستغناء عن هذا السقف .

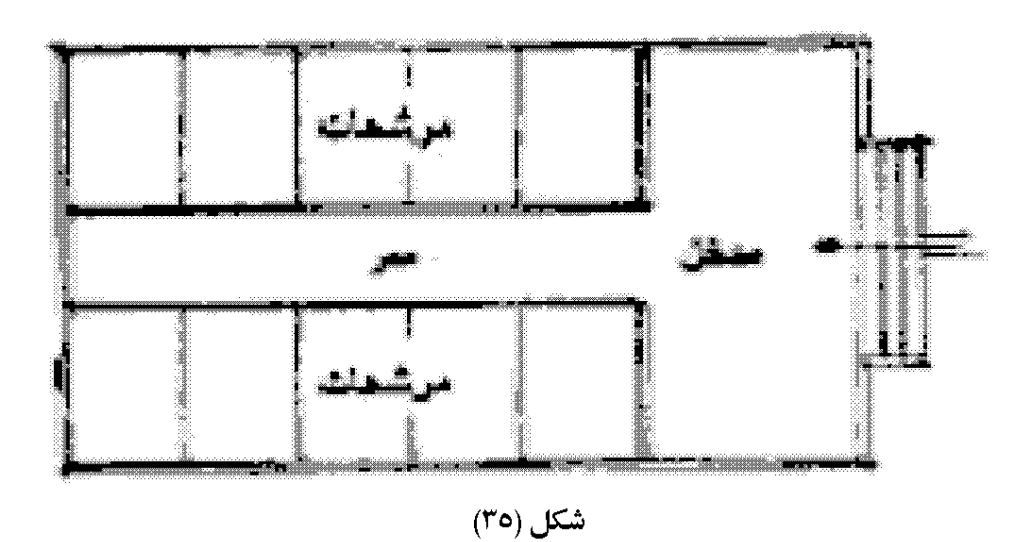
٢ – يزود مبني المرشحات بضواغط هواء و كذلك بطلمبات الغسيل .

٣ – يركب علي ماسورة التصرف الخارجة من المرشح صمام تثبيت التصرف **Rate Control Valve** و الذي يقوم بتصريف المياه من المرشح بمعدل ثابت حتي يمكن التحكم في جرعة الكلور . أضافة الي ذلك يتم تركيب صمام حاجز قبل و بعد صمام تثبيت التصرف . الصمام الأول لمنع دخول مياه التحضير و الصمام الثاني لتفادي تسرب المياه وقت أصلاح صمام تثبيت التصرف .

٤ – تركب ماسورة تغذية الهواء في أعلي نقطة لتفادي أرتداد أي مياه داخل ماسورة الهواء .

توزيعات المرشحات – شكل (٣٥) .





شكل (٣٥)

مسقط أفقي لأشكال وتوزيعات المرشحات

أسس تصميم المرشحات :

١ - معدل الترشيح = ١٢٠ - ١٨٠ م٣ / م٢ / يوم .

٢ - مساحة المرشح الواحد في حدود ٥٠ متر مربع لضمان مرونة التشغيل .

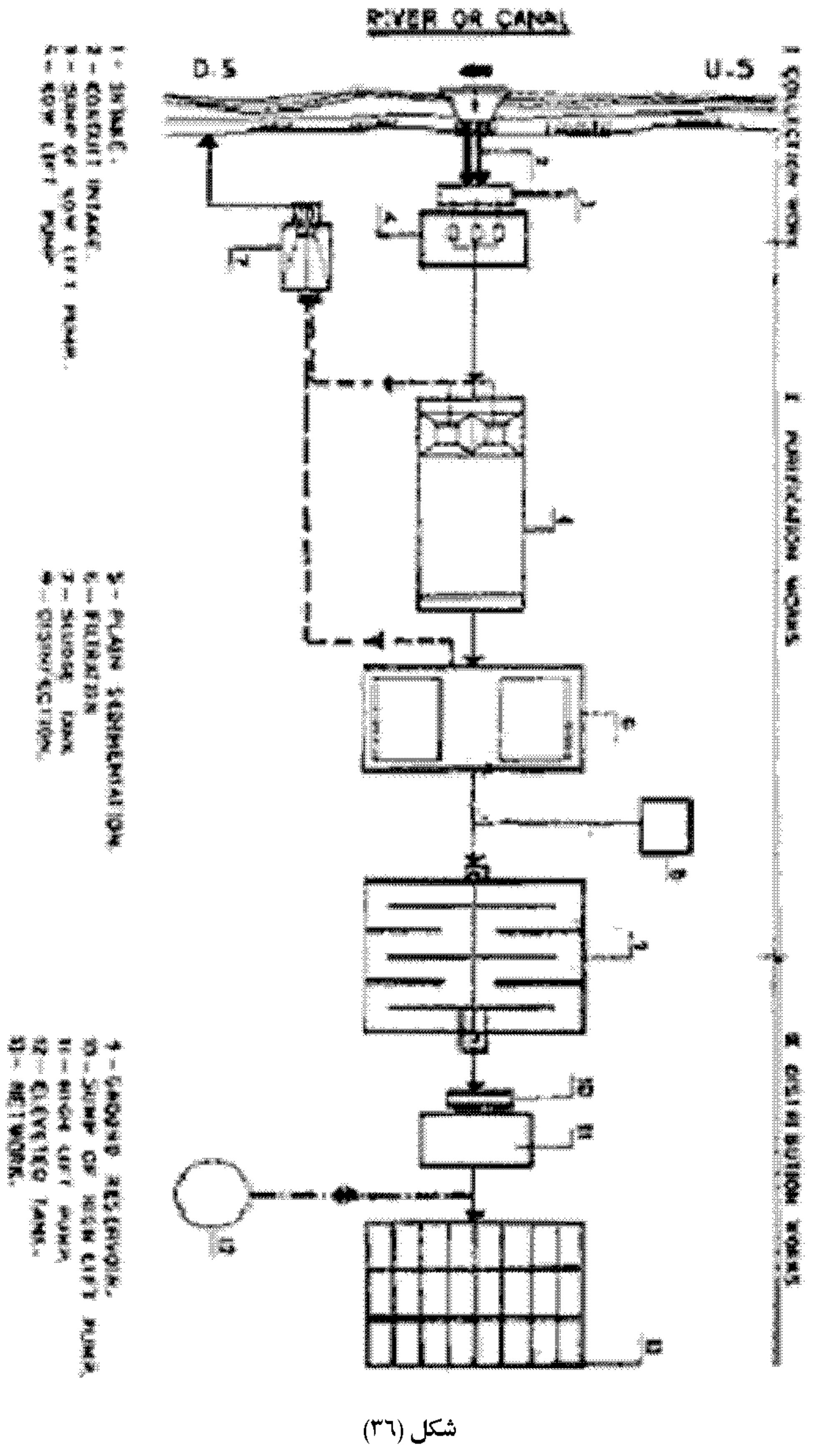
٣ - عدد المرشحات الصغيرة = ٠,٠٤٤ × الجذر التربيعي للتصرف .

٤ - سرعة المياه من أسفل الي أعلي = ٥٠ - ٨٠ سم / دقيقة.

٢ - المرشح الرملي البطيء Slow Sand filter :

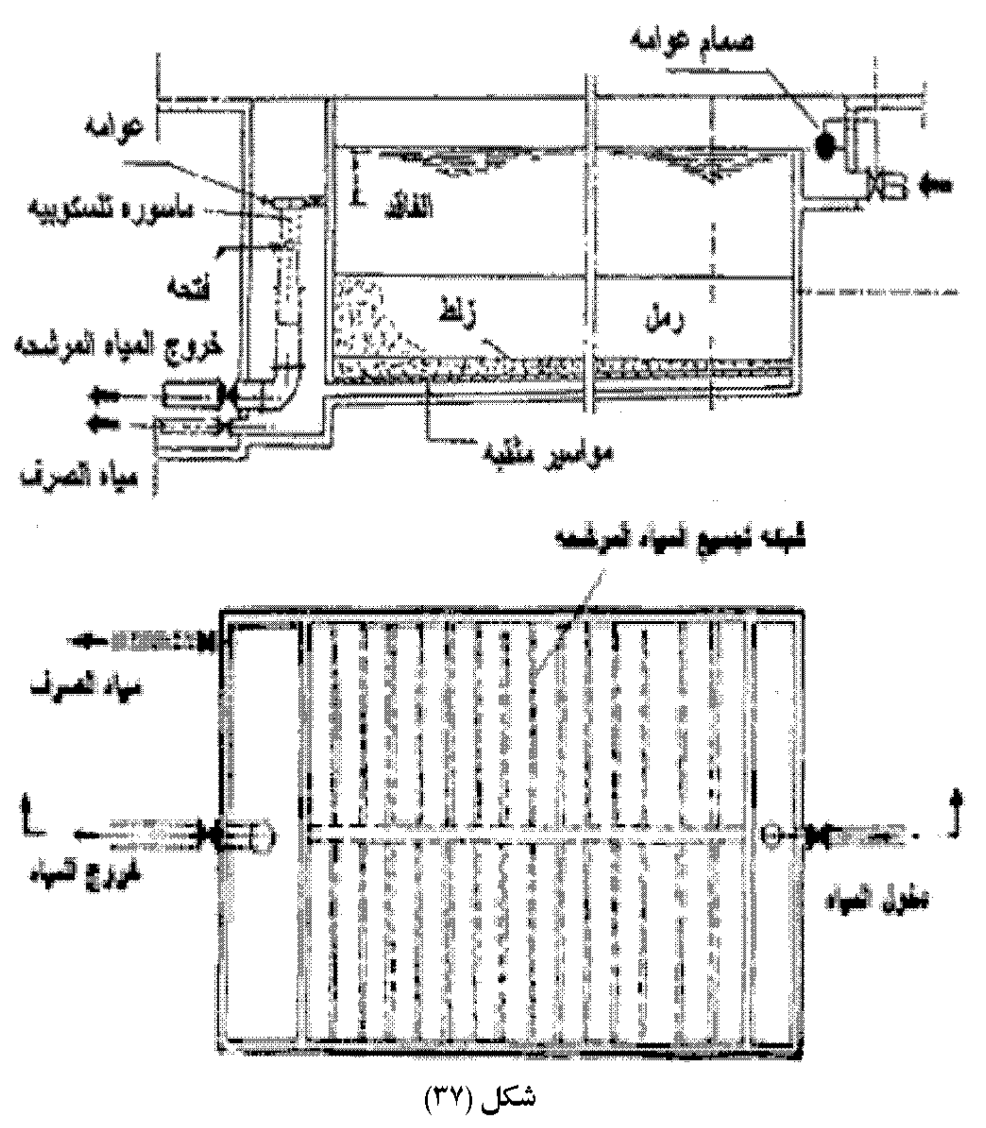
يتكون المرشح من حوض من الخرسانة - توجد علي ارضية المرشح شبكة من المواسير المثقوبة يعلوها طبقة من الزلط المتدرج بسمك ٣٠-٦٠سم و يعلو طبقة الزلط طبقة أخري من الرمل بسمك ٦٠-١٢٠سم . يصل أرتفاع الماء فوق الرمل الي ١٥٠سم . و من المعروف عن المرشحات البطيئة أنها تحتاج الي مساحات واسعة من الأرض مما يجعل تكاليفها أكثر من المرشحات السريعة ، فضلا عن عدم صلاحيتها في المناطق الحارة حيث تنمو الطحالب بكثرة . و الأصل في أستعمال المرشحات البطيئة هو لترشيح المياه ذات العكاره البسيطة . و نادرا ما يستخدم المرشح البطيء لأغراض الشرب في المدن الكبري حيث يحتاج الي مساحات كبيرة من الأرض نتيجة بطيء عملية الترشيح و يستخدم في ترشيح المياه في التجمعات الصغيرة مثل القري الصغيرة ، ويعتبر المرشح البطيء أنسب حلول القرية المصرية .

مخطط التنقية بالمرشحات البطيئة - شكل (٣٦) ، قطاعات في المرشح البطيء - شكل (٣٧) .



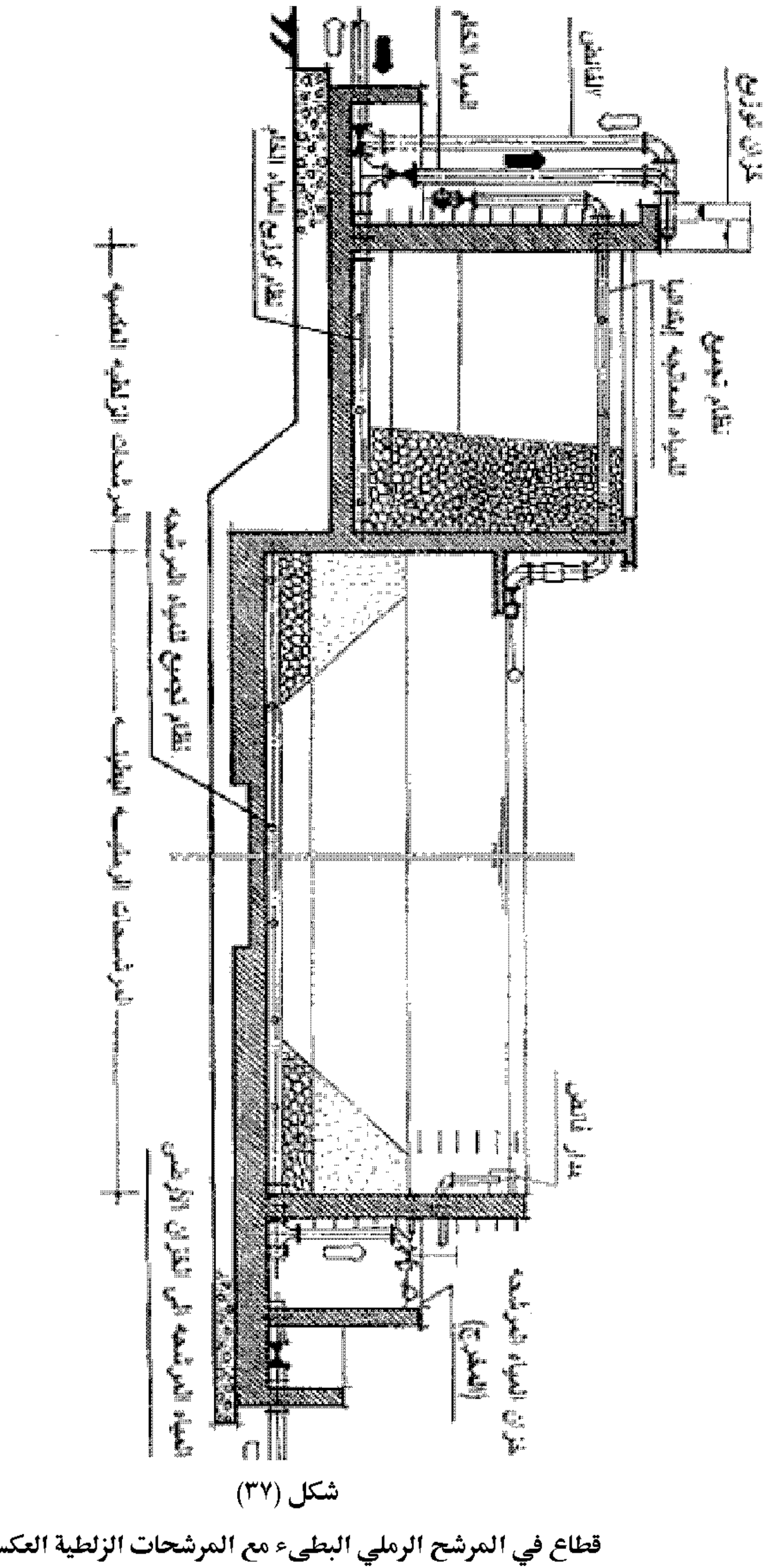
شكل (٣٦)

مخطط المعالجة باستعمال المرشح الرملي البطيء



شكل (٣٧)

قطاع رأسي ومسقط أفقى للمرشح الرملي البطىء



شكل (٣٧)

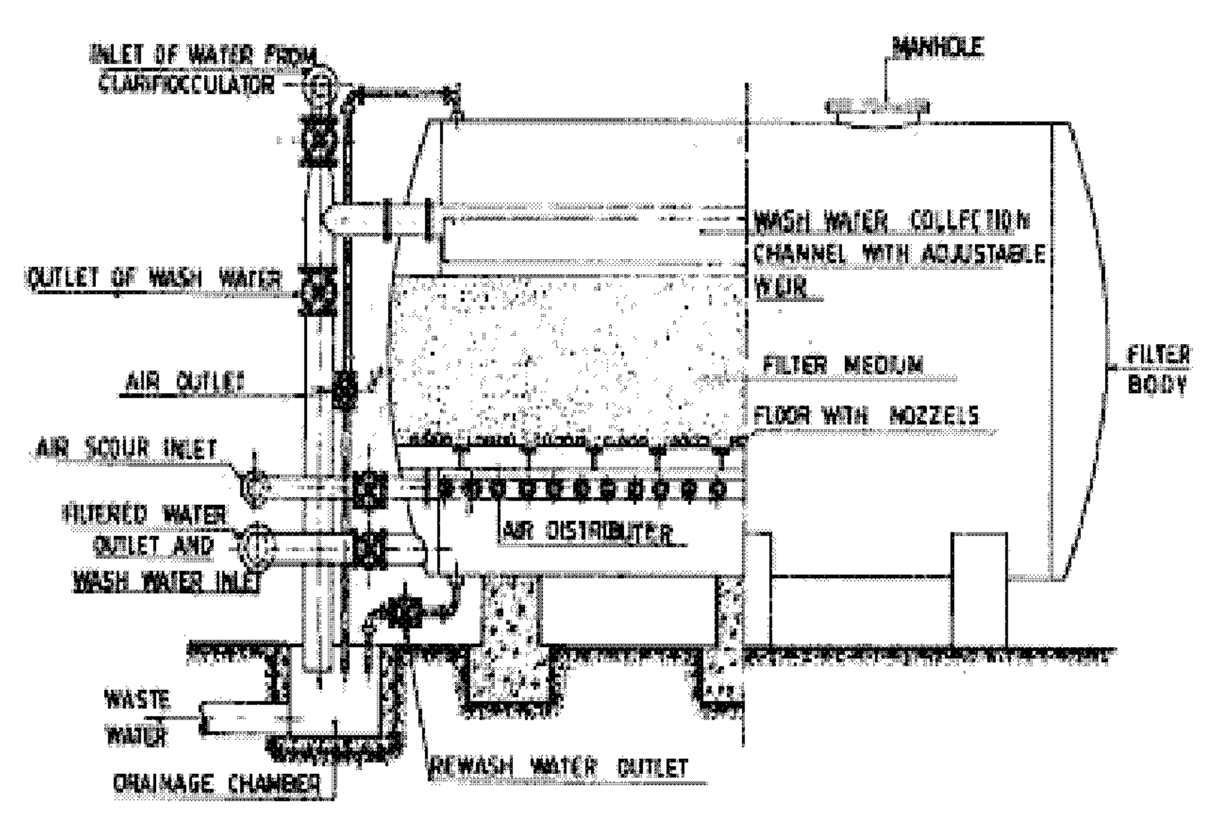
قطاع في المرشح الرملي البطيء مع المرشحات الزلطية العكسية

ب - مرشحات الضغط Pressure Filter :

١ - المرشحات الأفقية :

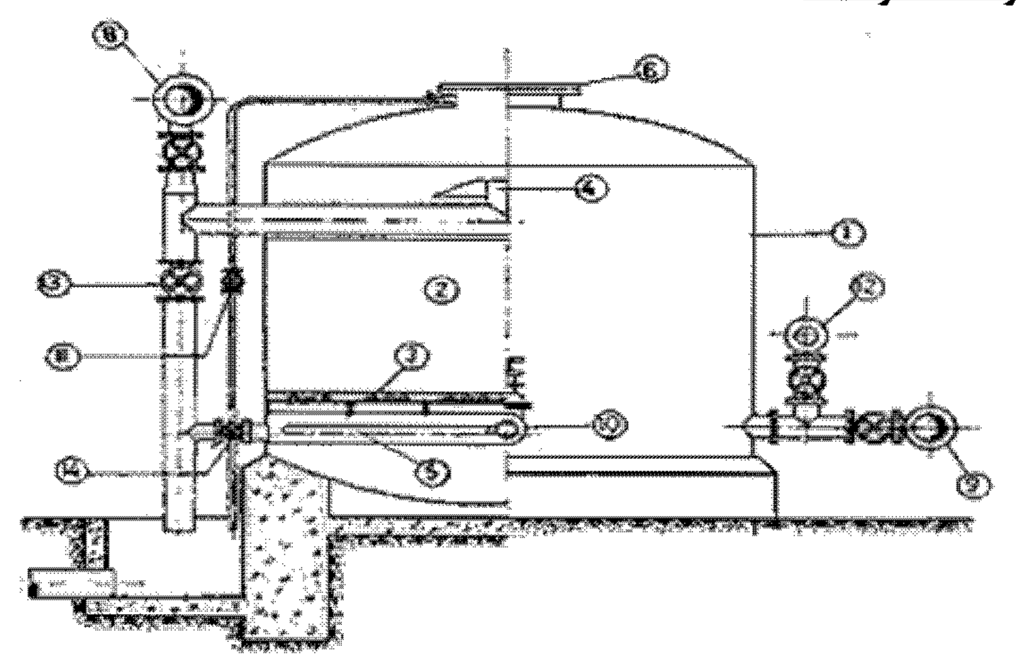
يتكون هذا المرشح من الرمل و الزلط و شبكة المواسير السفلي - مثل المرشح السريع - و يختلف في أنه يوجد بداخل أسطوانة مقفلة من الحديد و أن المياه يتم ترشيحها تحت ضغط يساوي ٢ ضغط جوي و بذلك يمكن الأستغناء عن أستعمال الطلمبات الرافعه للمياه المرشحة.

و مرشحات الضغط صغيره الحجم ، تحتاج الي مساحة أقل من المرشح السريع . تستعمل هذه المرشحات في حمامات السباحة و في عمليات المياه المدمجة . تكون هذه المرشحات أما أفقية - شكل (٣٨) أو رأسية - شكل (٣٩) ، من حيث محور الهيكل الأسطواني للمرشح ، ألا أن سريان الماء في كلا النوعين يكون رأسيا و من أعلي الي أسفل .



شكل (٣٨)
مرشح الضغط الأفقي

٢ – المرشحات الرأسية :



① FILTER BODY	⑧ RAW WATER INLET
② FILTERING MEDIUM	⑨ FILTERED WATER OUTLET
③ FLOOR WITH NOZZLES	⑩ AIR SCOUR INLET
④ FEED CHAMBER	⑪ AIR OUTLET
⑤ AIR DISTRIBUTER	⑫ WASH WATER INLET
⑥ MANHOLE	⑬ WASH WATER OUTLET
⑦ DRAINAGE CHAMBER	⑭ REWASHER WATER OUTLET

شكل (٣٩)

مرشح الضغط الرأسي

مواصفات الرمل و الزلط المستخدم في المرشحات :

يجب أن يكون الزلط و الرمل المستخدم في المرشحات نظيفا – خاليا من الأتربة و المواد العضوية و البقايا النباتية و الطفلية – وأن يكون صلدا و يفضل أن يكون من الكوارتز . يجب ألا يفقد أكثر من ٥٪ من وزنه بعد وضعه في حامض هيدروكلوريك لمده ٢٤ساعة . يكون القطر الفعال في المرشح البطيء من ٠,٢٥ الي ٠,٣٥ مم و معامل أنتظام في حدود ١,٧ – ١,٨ بينما يكون القطر الفعال في المرشح السريع بين ٠,٤ – ١,٢ و معامل الأنتظام بين ١,٣٥ – ١,٥ حيث أن معامل الأنتظام يعبر عن درجة التغير في حجم الرمل ، و هو عبارة عن النسبة بين فتحة المنخل التي يمر من خلالها ٦٠٪ من وزن الرمل و بين الحجم الفعال (الحجم الفعال هو فتحة المنخل التي تحجز ٩٠٪ من وزن الرمل) .

الجدول (٥) ، يبين المقارنة بين الأنواع الثلاثة :

مقارنه بين مرشحات الرمل

جدول (٥)

الخواص	المرشح البطئ	المرشح السريع	مرشح الضغط
معدل الترشيح	٣ – ٥	١,٢ – ١,٨	٢٤٠ (م٣ / م٢/ يوم)
وسط الترشيح	رمل – زلط	رمل – زلط	رمل – فحم
سمك وسط الترشيح (م)	١,٥	٠,٨ – ١	حسب الحجم
أبعاد المرشح	٤٠×٤٠	٦×٩	القطر = ٥٠– ٢٦٠ سم الطول = ١٠٠– ٧٥٠سم
نوع الرمل	ناعم	خشن	خشن
زمن التشغيل (يوم)	٢٠– ٦٠	٠,٥ – ١,٥	٠,٥ – ١,٥
عملية الغسيل	تكشط الطبقة العليا	يستخدم الماء والهواء للتنظيف	يستخدم الماء والهواء للتنظيف
جودة المياه المنتجة	عالية جدا	عالية	عالية
كفاءة المشغل المنتجة	عادية	عالية	عالية
المساحة المطلوبة	كبيرة جدا	محدودة	محدودة للغاية
تكلفة التشغيل	منخفضة	متوسطة	عالية

ج – المرشحات المهواة :

أولا : المرشح ABW

المرشح ABW





شكل (٤٠)

المرشح ABW

الوصف :

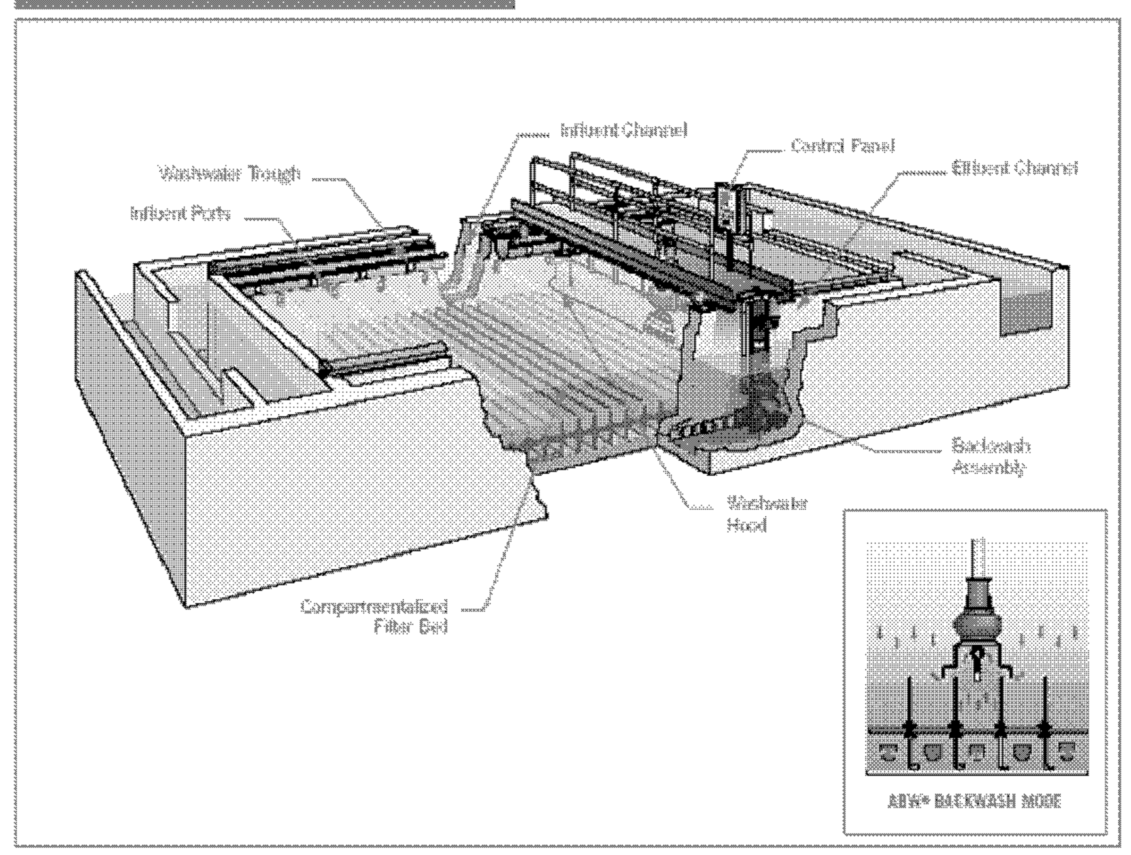
المرشح ABW – شكل (٤٠) .

١ – منشأ بسيط غير عميق ويعمل في أرتفاع مائي بسيط .

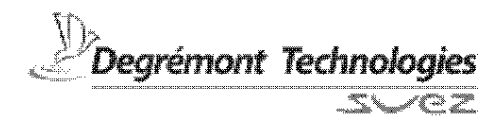
٢ – المياه الخارجة ممتازة .

٣ – سهل التشغيل والصيانة .

٤ – عملية الغسيل العكسي (Backwash) أوتوماتيكية و منتظمة و مستمرة وقصيرة .

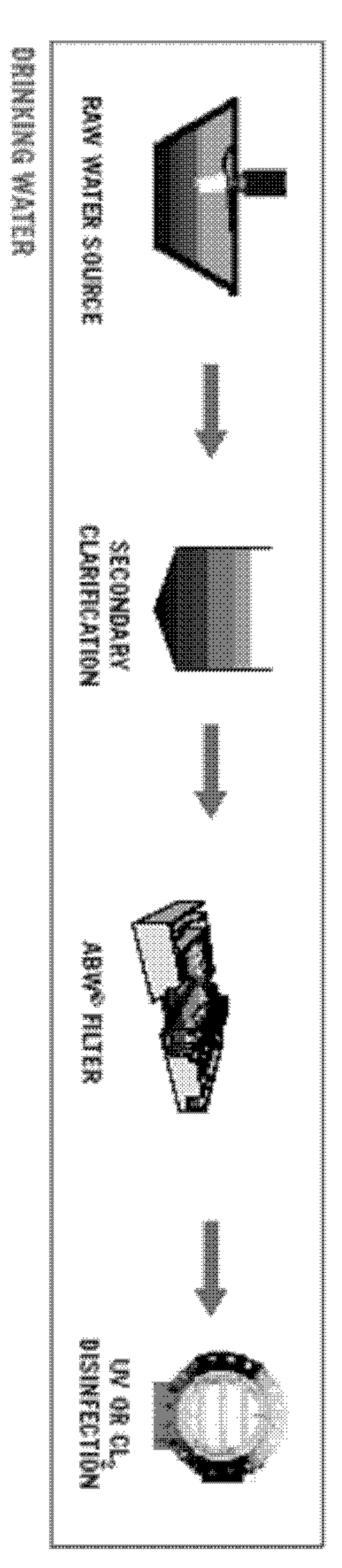


THE ORIGINAL AUTOMATIC BACKWASH FILTER



شكل (٤٠)

المرشح ABW



شكل (٤٠)

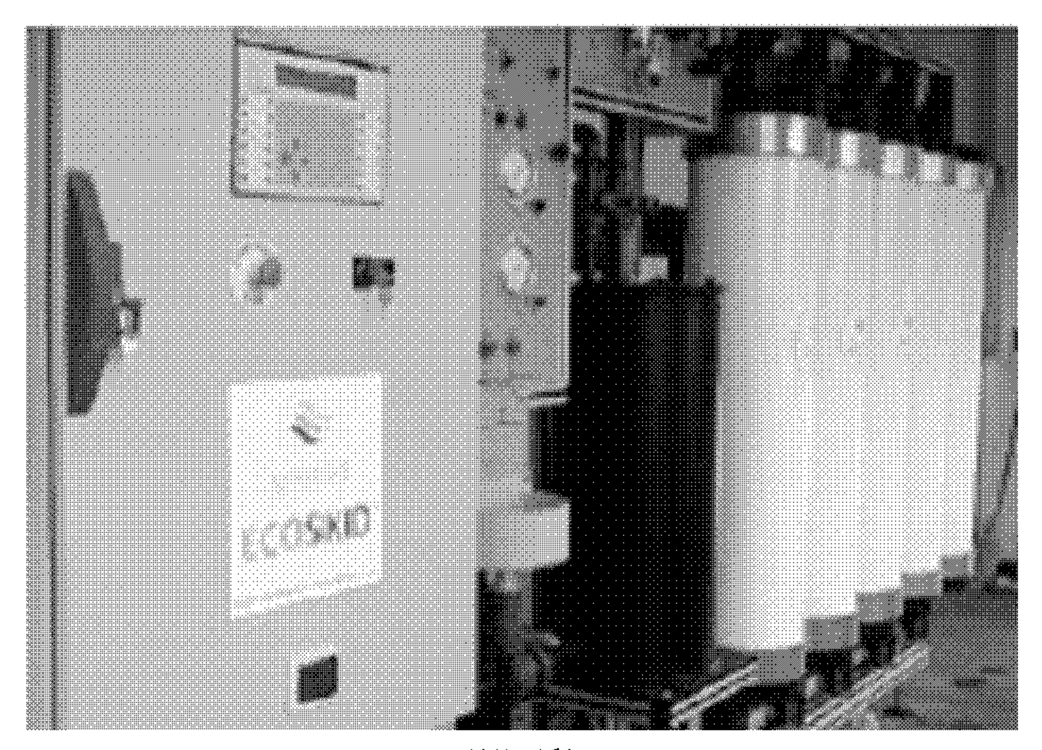
مخطط الترشيح باستخدام ABW

<u>المميزات :</u>

- مناسب للمعالجة الثلاثية لمياه الشرب فضلا عن الصرف الصحي ومياه الصرف الصناعي .
- غسيل عكسي أوتوماتيكي .
- فاقد مائي بسيط .
- ينتج عنه عكارة بسيطة جدا .

د – مرشحات التنقية بواسطة الأغشية :

١ – المرشح أيكوسكيد :



شكل (٤١)

المرشح أيكوسكيد

وصف الجهاز :

هو جهاز مدمج لتقية مياه الشرب بنسبة عالية من الترشيح و النقاوة . يبلغ معدل أنتاجيته ٣٠ – ٢٠٠ م٣ / ساعة . يعمل الجهاز بأزالة الحبيبات الدقيقة والعكارة والفيروسات والطحالب ، حيث تمر المياه خلال أغشية مسامية خاصة يحتجز عليها الملوثات . يعتبر هذا الغشاء مثل المرشح ، وينتج مياه عالية النقاوة وخالية من أي عكارة .

تفاصيل عملية الترشيح – شكل (٤٢) .

تفاصيل الغشاء المستخدم – شكل (٤٣) .

خزان مياه

الأغشية

ترشيح مسبق

مياه فائقة الترشيح

أضافة كلور

مضخة

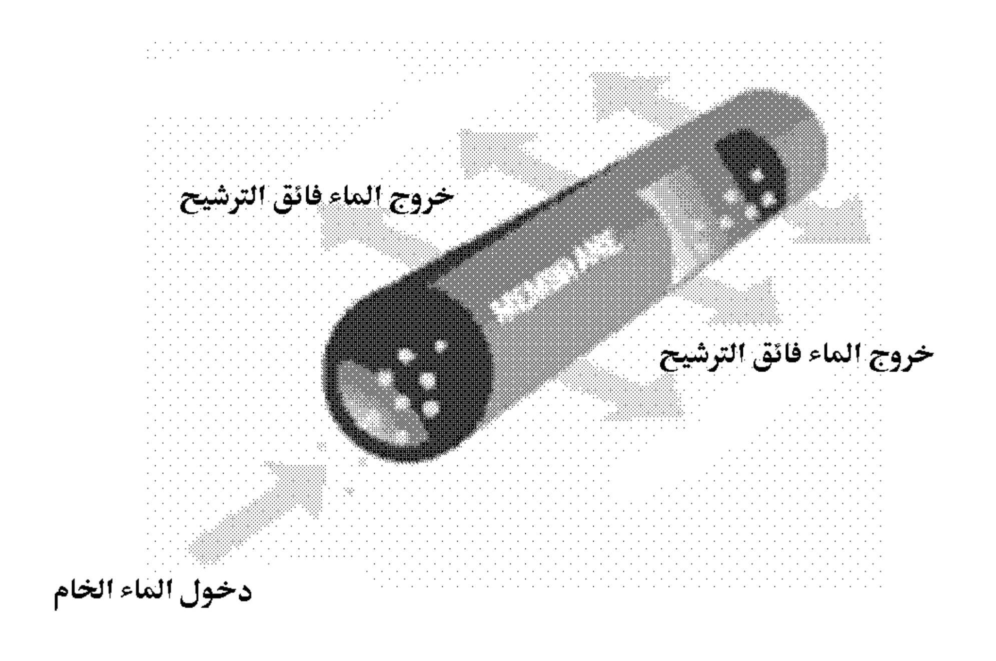
الي العملاء

الماء الخام

الماء المرشح

شكل (٤٢)

كروكي يوضح طريقة التشغيل



شكل (٤٣)

<u>المميزات :</u>

١ – لا يحتاج الي طلمبات أو أي خزانات لغرض الغسيل العكسي .

٢ – صديق للبيئة .

٣ – يستهلك طاقة قليلة .

٤ – يحتاج الي تنقية كيماوية كل عام .

٥ – يمكنه ترشيح المياه عالية العكارة .

٦ – يستخدم طلمبة واحدة فقط لكل مراحل هذه العملية .

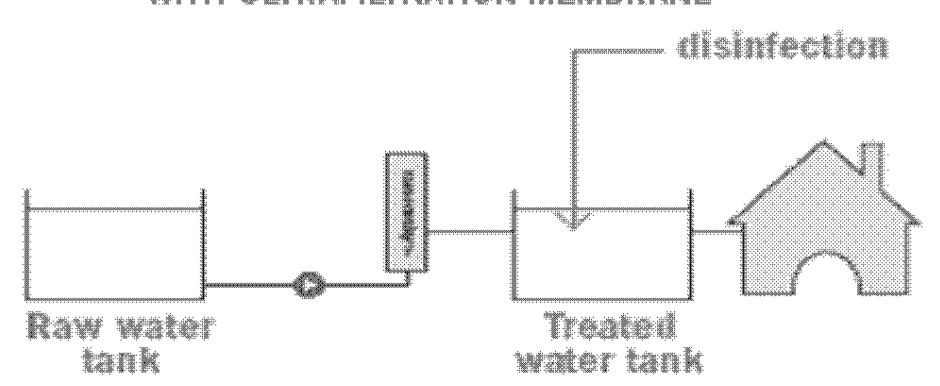
٧ – سهل التركيب والصيانة .

٨ – يعمل في كل من المياه السطحية والآبار .

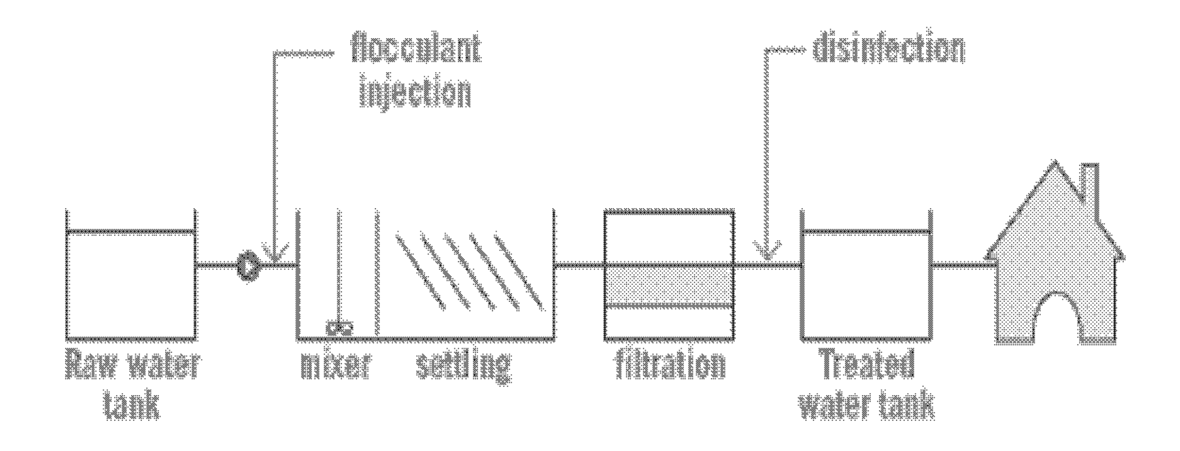
٩ – تصلح المياه الخارجة في صناعات مواد التجميل والأدوية والصناعات الغذائية والمشروبات .

مقارنة بين الترشيح التقليدي والترشيح بواسطة أيكو سكيد – شكل (٤٤) .

ADVANCED TREATMENT LINE
WITH ULTRAFILTRATION MEMBRANE



CONVENTIONAL TREATMENT LINE FOR DRINKING WATER



شكل (٤٤)

مقارنة بين الترشيح التقليدي والترشيح باستخدام أيكو سكيد

طريقة العمل :

١ – يتم عمل ترويق مبدئي لأزالة الجزيئات والمواد الكبيرة و لتخفيف الحمل والحفاظ علي المرشح ويكون الترويق حتي ١٠٠ ميكرون للحفاظ علي الجهاز .

٢ – يتم ضخ المياه عن طريق مضخة الي منطقة الأغشية Porous And Hollow Fiber حيث يتم الترشيح الكامل للمياه .

٣ – تخرج المياه من منطقة الأغشية الي خزان المياه المعالجة حيث يتم تعقيمه .

٤ – تنقل المياه النقية الي التوزيع .

٢ - المرشح التراسورس :

شكل (٤٥) .

ألـــترا سورس
ULTRASOURCE





شكل (٤٥)

جهاز مدمج لعملية الترشيح الفائق بواسطة الأغشية

وصف الجهاز :

التراسورس جهاز مدمج أتوماتيكي ، يستطيع ترشيح من ٣ – ١٣ متر مكعب / ساعة من مياه الآبار أو المياه السطحية . وهو يزيل البكتيريا والعكارة والطحالب والفيروسات الموجودة بالماء من خلال مرورها خلال غشاء من أسيتات السليولوز الثلاثية (Tri Acetate Cellulose) الذي يعمل مثل الفلتر . تتجمع المياه وتتجه الي خزان المياه المنقاه .

المميزات :

١ – تصلح المياه الفائقة الترشيح والتعقيم والنقاوة في صناعات المشروبات والأغذية و الأدوية ومستحضرات التجميل .

٢– يعمل أتوماتيكيا ، سهل التركيب والصيانة و قليل الأستهلاك الكهربي .

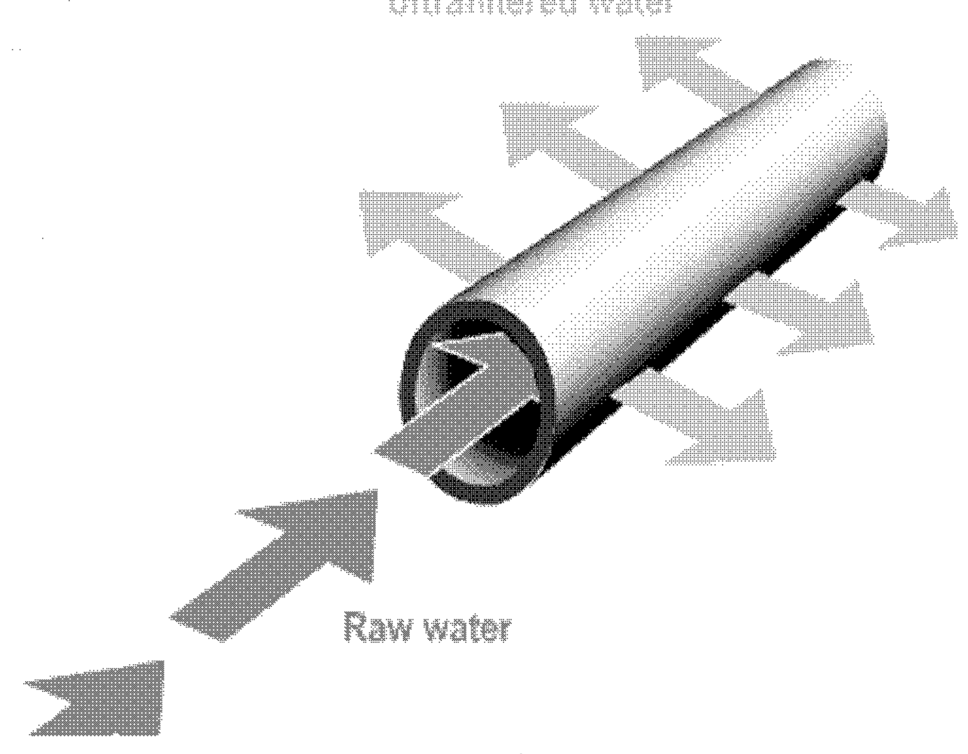
٣ – يصلح للمجمعات الصغيرة والمنتجعات . كما يصلح في أوقات الطوارىء .

طريقة العمل :

تدخل المياه خلال الغشاء المسامي حيث تقوم جدران الغشاء بعمل ترشيح وتعقيم جيد للمياه لجميع الأشياء أكبر من ٠,١ ميكرون مثل البكتيريا والفيروسات والكائنات الممرضة . تكون المياه الخارجة تامة الترشيح ومعقمة .

للغسيل العكسي ، تدخل المياه الي الغشاء من الخارج الي الداخل تحت ضغط . يقوم الغسيل العكسي بأزالة التراكمات من الجزيئات والطحالب ٠٠٠٠ ويزيلها كي يستعيد الغشاء كفائته .

لحماية غشاء الترشيح ، يتم أجراء ترشيح مبدئي للمياه قبل دخولها الي الغشاء – شكل (٤٦) .

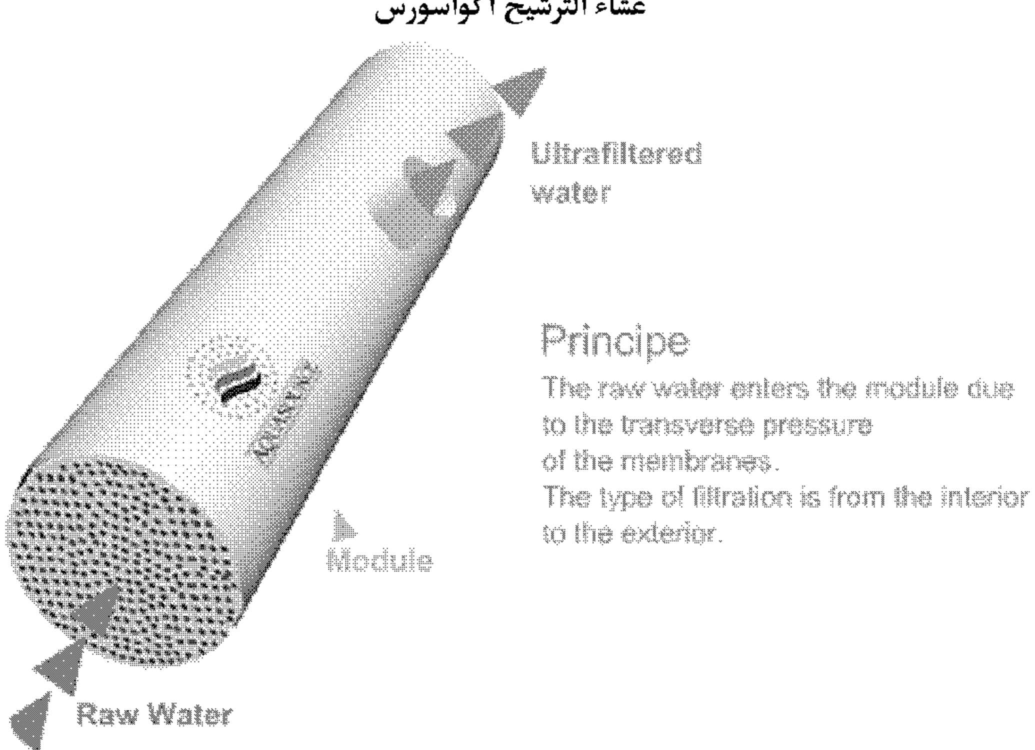


شكل (٤٦)
تفاصيل عملية الترشيح



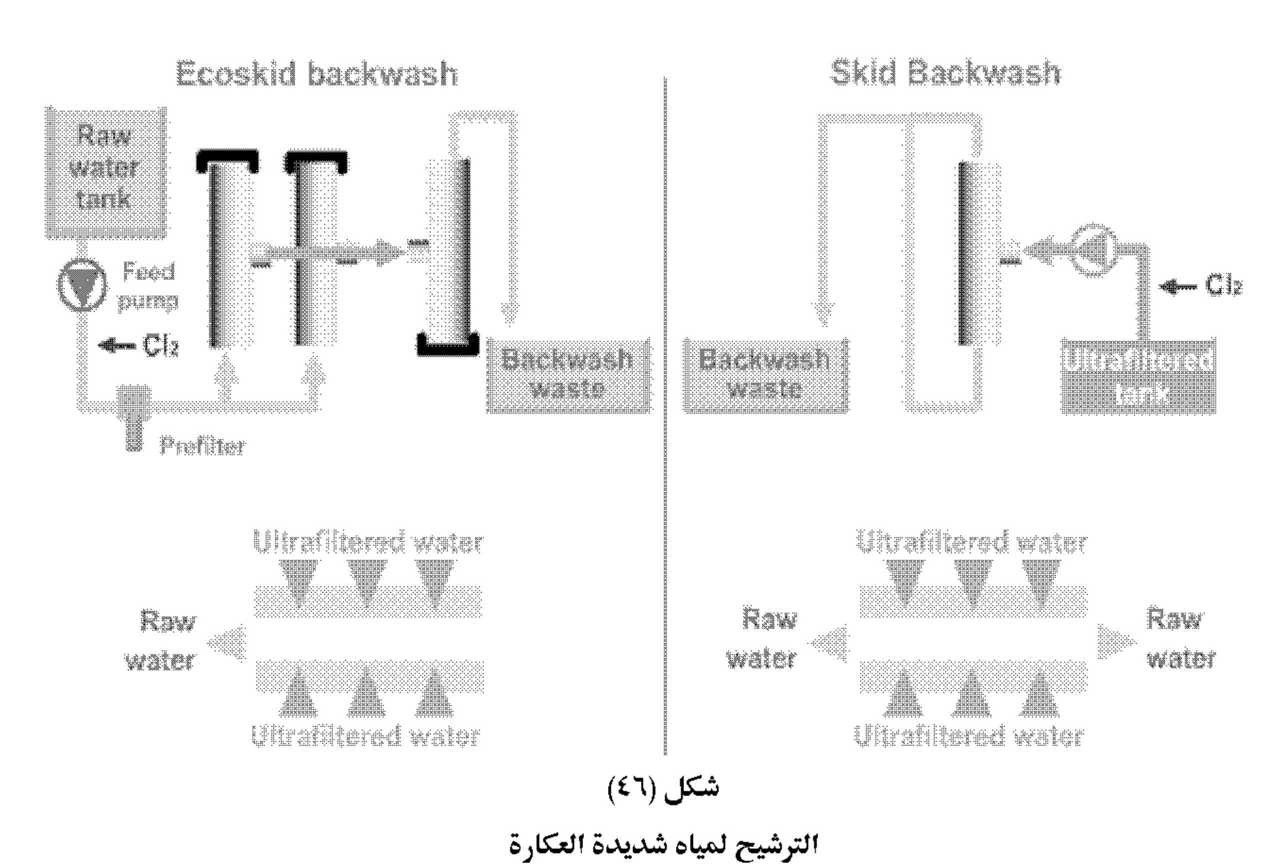
شكل (٤٦)

غشاء الترشيح أكواسورس



شكل (٤٦)

غشاء الترشيح والتعقيم في جهاز أكواسورس للترشيح الفائق



شكل (٤٦)

الترشيح لمياه شديدة العكارة

الترشيح العادي والترشيح مع نهاية مسدودة – مع وجود مواد معلقة بسيطة جدا

أزالة العسر من المياه السطحية :

تعتبر المياه ها عسر في حالة صعوبة رغوة الصابون علي الأيدي . وهناك عناصر تسبب هذا العسر وهي :

- بيكربونات الكالسيوم .
- بيكربونات المغنسيوم .
- كبريتات الكالسيوم .
- كبريتات المغنسيوم .

وهذا غير مستحب وغير مستساغ للأفراد وضار للملابس والغلايات ٠٠٠

تتلخص عملية نزع المركبات المسببة للعسر في الخطوات التالية :

١ – أضافة مركبات كيماوية للمياه .

٢ – خلط المياه بالكيماويات .

٣ – الترسيب .

٤ – الكربنة – حالة أستخدام الجير (كربونات الكالسيوم) .

٥ – الترشيح .

وهناك طرق عديدة للتخلص من عسر الماء وهي :

١ – أضافة كربونات الصوديوم والجير Lime And Soda Ash Process .

٢ – أستعمال الزيوليت .

٣ – أستعمال الزيوليت والجير .

١ – أزالة العسر من المياه باستخدام طريقة أضافة كربونات الصوديوم والجير Lime And Soda Ash Process :

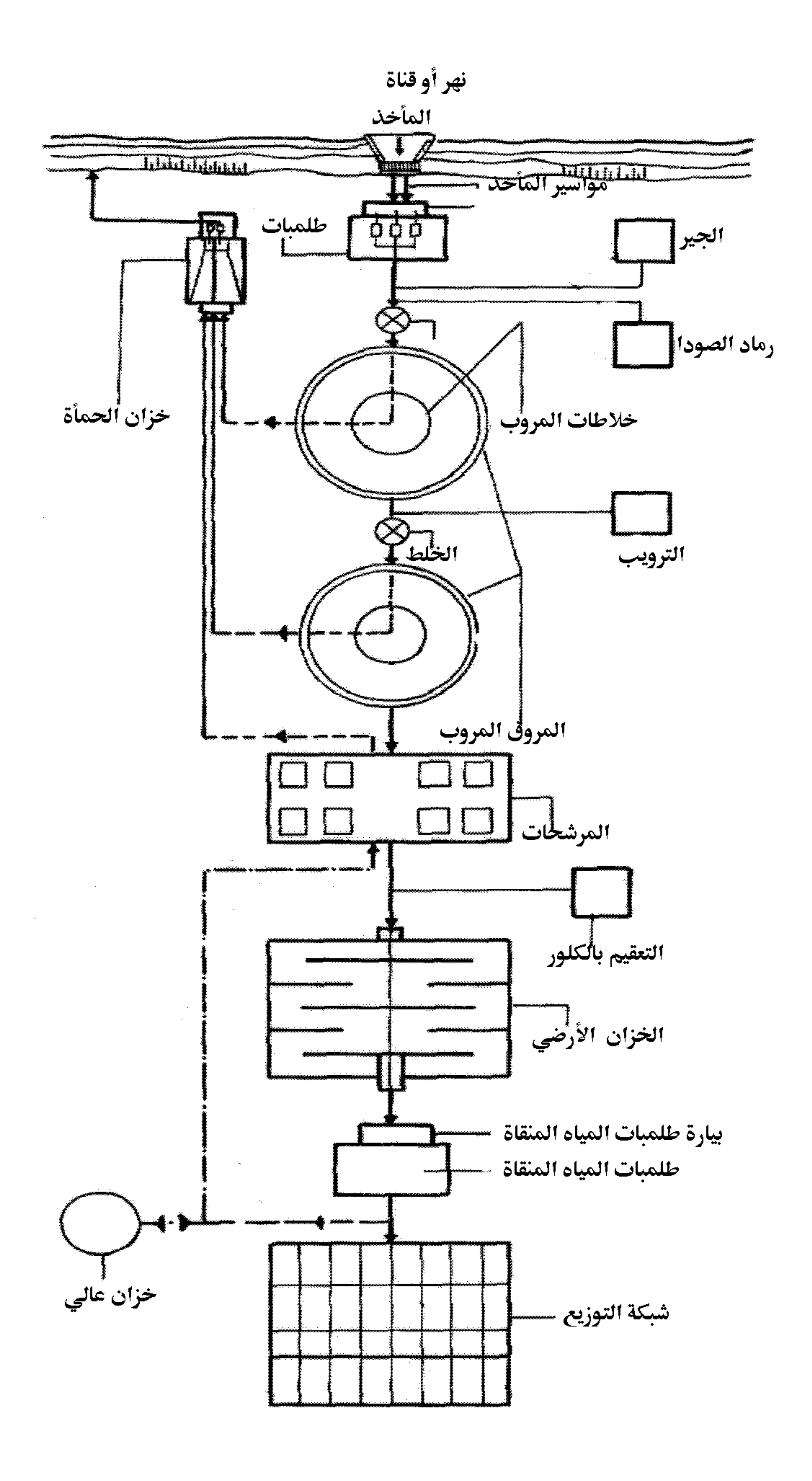
مخطط التنقية للمياه السطحية والتي بها عسر – شكل (٤٠) .

في هذه الطريقة ، يضاف كل من الجير وكربونات الصوديوم (رماد الصودا) الي الماء . يقوم الجير بأزالة العسر الناتج عن بيكربونات الكالسيوم وبيكربونات المغنسيوم ، كما تقوم كربونات الصوديوم بأزالة العسر الناتج من كبريتات الكالسيوم . تقوم كربونات الصوديوم مع الجير بأزالة العسر الناتج عن كبريتات المغنسيوم .

ويضاف كل من كربونات الصوديوم مع الجير بعد تحديد الجرعات اللازمة للمعالجة بواسطة أجهزة مماثلة لأجهزة أضافة الشبة الي الماء .

وتضاف الشبة (بعد خلط الجير وكربونات الصوديم الي الماء) لترسيب كربونات الكالسيوم الناتج عن التفاعل وكذلك العوالق في المياه . تستمر طريقة المعالجة بالخطوات المعروفة .

تنتج هذه الطريقة ماء مستساغا ولكن به بعض العسر المقبول .


نهر أو قناة
المأخذ
مواسير المأخذ
طلمبات
الجير
رماد الصودا
خزان الحمأة
خلاطات المروب
الترويب
الخلط
المروق المروب
المرشحات
التعقيم بالكلور
الخزان الأرضي
بيارة طلمبات المياه المنقاة
طلمبات المياه المنقاة
خزان عالي
شبكة التوزيع

شكل (٤٠)

مخطط التنقية للمياه السطحية باستخدام الجير – رماد الصودا

٢ – أستعمال الزيوليت في أزالة عسر الماء :

مادة الزيوليت هي سيلكات صوديوم و ألومنيوم Na Al Si O٤ ، عند مرور الماء العسر خلال طبقة الزيوليت ، يحدث تفاعل تبادلي بين عنصري الكالسيوم والمغنسيوم من جهه وعنصر الصوديوم الموجود في الزيوليت من جهه أخري . تتكون مادة زيوليت الكالسيوم والمغنسيوم الذي لا يذوب في الماء بينما تذوب كبريتات الصوديوم التي لا تسبب عسر الماء وتخرج معه .

يستمر التفاعل الي أن يتحول كل زيوليت الصوديوم الي زيوليت الكالسيوم أو المعنسيوم حسب المعادلة التالية :

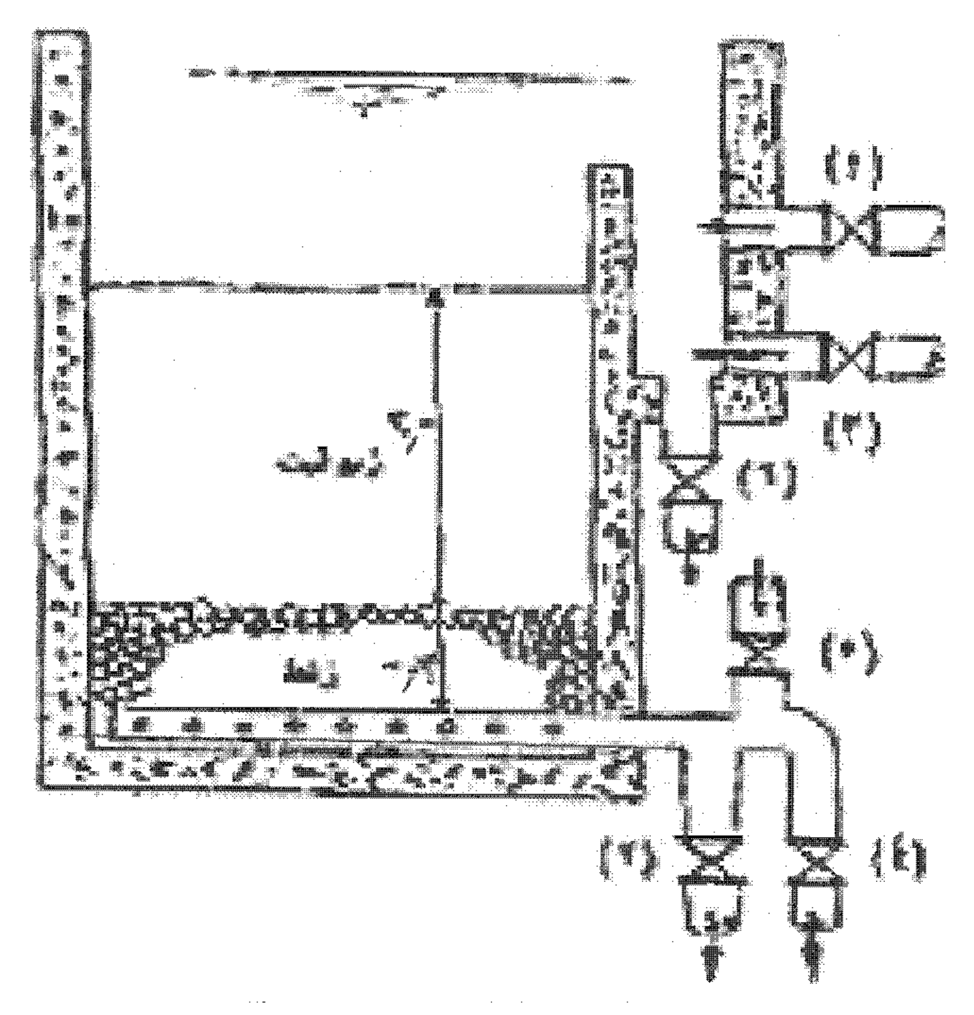
زيوليت الصوديوم + كبريتات الكالسيوم كبريتات الصوديوم + زيوليت الكالسيوم .

طريقة التشغيل :

يمر الماء في مرشح (يشبه مرشح الرمل السريع) ويعمل في أجهزة تعمل بالجاذبية أو بالضغط :

أ – جهاز يعمل الجاذبية Gravity :

وهو خزان من من الخرسانة أو الصلب ، يوجدعلي قاع الحوض شبكة من المواسير المثقبة لصرف المياه من المرشح ، تعلو هذه الشبكة طبقة من الزلط بارتفاع ٣٠ سم ثم طبقة الزيوليت بارتفاع ٢ متر – شكل (٤١) .

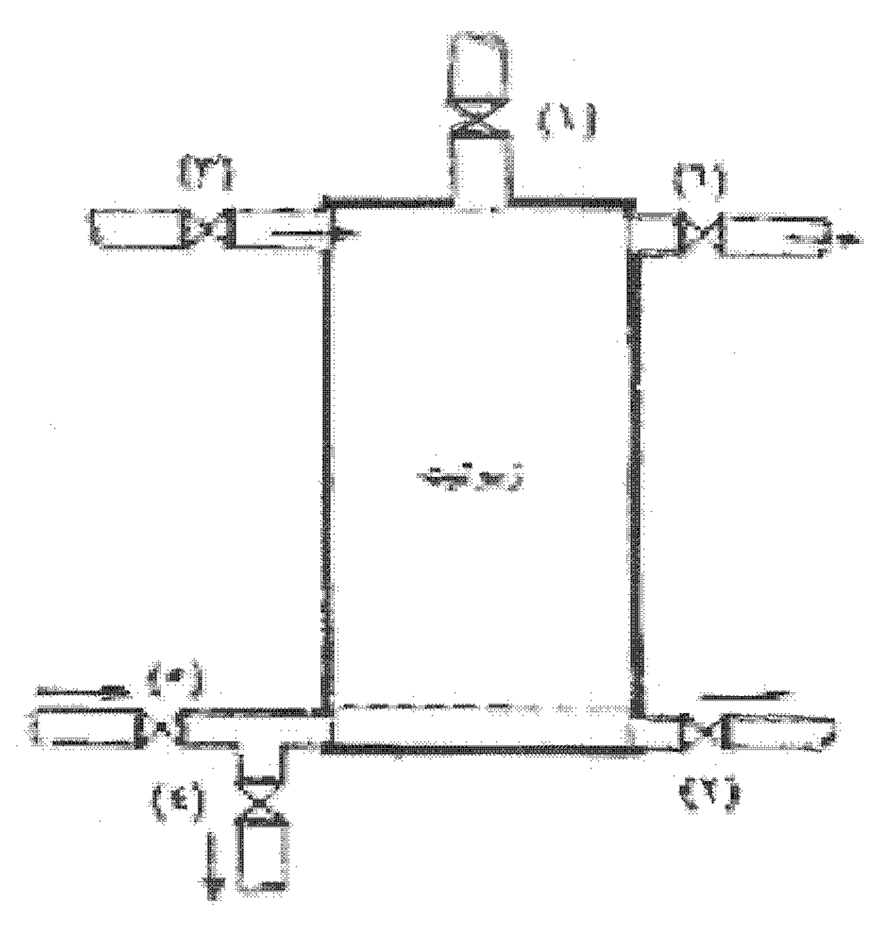


شكل (٤١)

مرشح الزيوليت – يعمل بالجاذبية

ب – مرشح الضغط :

يتكون من أسطوانة رأسية أو أفقية محكمة في قاعها شبكة مواسير لصرف المياه ، يعلوها طبقة الزلط ثم طبقة الزيوليت – شكل (٤٢) .



شكل (٤٢)

مرشح الزيوليت – يعمل بالضغط

<u>خطوات الترشيح :</u>

١ – تدخل المياه من الصمام (١) فتمر خلال حبيبات زيوليت الصوديوم فيتم التفاعل السابق ذكره .

٢ – تخترق المياه طبقة الزلط وتصل الي مواسير الصرف .

٣ – تخرج المياه المنقاه الي خارج المرشح خلال الصمام رقم (٢) .

<u>عملية التنشيط Regeneration :</u>

يمكن أعادة زيوليت الكالسيوم أو المغنسيوم الي زيوليت الصوديوم ثانية وذلك بتمرير محلول ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) في مسام حبيبات زيوليت الكالسيوم أو المغنسيوم فيحدث تفاعل تبادلي ينتج عنه زيوليت الصوديوم الذي يبقي علي شكل حبيبات بينما يذوب كلوريد الكالسيوم أو كلوريد المغنسيوم في الماء ويخرج معه .

بعد تحول حبيبات زيوليت الصوديوم الي حبيبات من زيوليت الكالسيوم ، يتم وقف تشغيل المرشح ويقفل الصمام (١) ، (٢) ثم تفتح الصمامات (٣) ، (٤) ليدخل محلول كلورور الصوديوم و يتم التفاعل السابق ذكره وتتحول الحبيبات الي زيوليت الصوديوم مرة أخري .

عملية الغسيل Washing :

الغرض من عملية الغسيل هو أزالة آثار كلورور الصوديوم من علي جدران المرشح وشبكة الصرف وحبيبات الزلط وزيوليت الصوديوم وألا حوت المياه المنقاة الخارجة علي طعم غير مستساغ .

يفتح الصمام (٥) فتندفع المياه الي أعلي فتغسل حبيبات الزيوليت مما يساعد علي أزالة آثار كلورور الصوديوم و أزالة ما قد يعلق من شوائب في المسام وتخرج المياه من الصمام (٦) .

مزايا هذه الطريقة :

١ – تشغل حيز أقل من طريقة الجير وكربونات الصوديوم .

٢ – تزيل كل العسر ، مما يجلها مرغوبة في بعض الصناعات .

٣ – لا ينشأ عنها أي رواسب .

٤ – سريعة الأنتاج – لا تحتاج الي تقليب وترسيب .

٥ – تناسب العمليات الصغيرة .

عيوب هذه الطريقة :

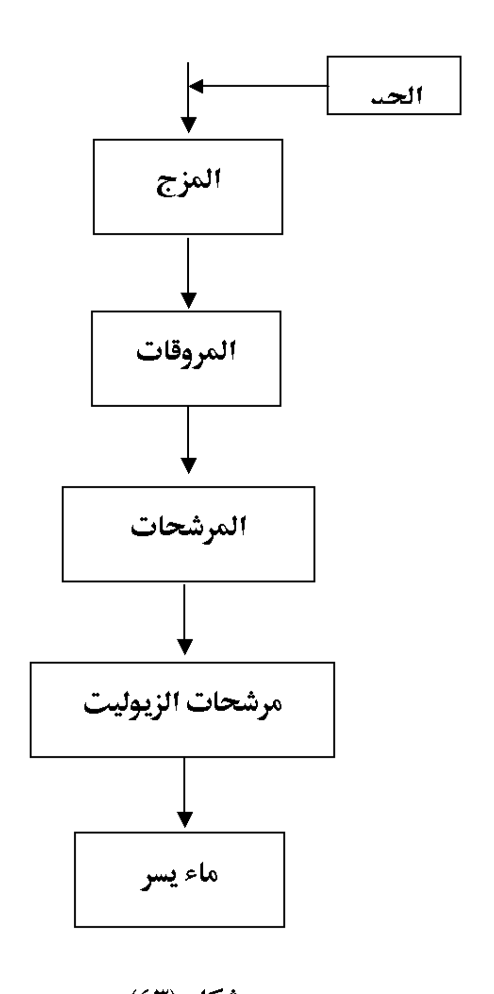
١ – طعم المياه غير مستساغ للشرب ، ولذلك يسمح بخلط نسبة من الماء العسر علي المياه المنقاة .

٢ – تسبب المياه بعد أزالة عسرها تآكلا في المواسير الحديدية .

٣ – أستعمال الزيوليت والجير Lime & Ziolite Process :

الغرض من أستعمال الجير مع الزيوليت هو الأقتصاد في تكاليف مادة الزيوليت باستعمال الجير لأزالة العسر الناتج عن أملاح الكربونات والبيكربونات ثم أستعمال الزيوليت لأزالة العسرالناتج من أملاح الكبريتات ، أي أن الزيوليت يحل محل كربونات الصوديوم .

مخطط سير المياه في عمليات الجير والزيوليت – شكل (٤٣) .



شكل (٤٣)

مخطط سير المياه في عمليات تنقية المياه بطريقة الجير والزيوليت

عاشرا : عملية التعقيم Disinfection :

يعتبر التعقيم من أهم مراحل تنقية مياه الشرب حيث يتم القضاء علي البكتيريا و الميكروبات الضارة بالأنسان و الحيوان .

الغرض من التعقيم :

١ – التخلص من باقي البكتيريا الضارة .

٢ – أعطاء جرعة أضافية من الكلور يمكن أن تصل الي نهايات الخطوط في الشبكة و تقضي علي أي تلوث .

طرق تعقيم مياه الشرب :

أولا : التعقيم بالكلور .

ثانيا : التعقيم بالأوزون .

ثالثا : التعقيم بالأشعة فوق البنفسجية .

رابعا : التعقيم بأضافة برمنجنات البوتاسيوم .

أولا : التعقيم بالكلور :

و هو من أهم طرق التعقيم وأكثرها أنتشارا نظرا لسهولة أنتاجه و تكلفته البسيطة بالقياس الي طرق التعقيم الأخري . و تحدد جرعه الكلور المضافة للمياه بحيث تكون هناك نسبة من الكلور المتبقي في نهايه شبكة مواسير المياه . و يفضل أن يكون هناك كلور متبقي مقداره ٠,٢ – ٠,٥ ملجم / لتر بعد فتره تلامس Contact Time تساوي ٢٠ – ٣٠ دقيقة.

كما يزيل الكلور مواد مثل المنجنيز، والحديد، وكبريتيد الهيدروجين ، التي يمكن أن تفسد مذاق المياه.

والكلور يمكن أن يكون في صورة غازية أو سائلة في حاويات مضغوطة أو بودرة هيبوكلوريت الكالسيوم الذي يذوب بسهولة في الماء.

العوامل المؤدية الي تعقيم جيد :

١ – التركيز Concentration .

٢ – الرقم الأيدروجيني منخفض Low pH Value .

٣ – فترة تلامس مناسبة (٢٠ – ٣٠) دقيقة .

٤ – عكاره بسيطة في المياه Low Turbidity .

٥ – كلور متبقي Residual Chlorine بنسبة معقولة .

٦ – درجه الحرارة : تقل جرعة الكلور بارتفاع درجة الحرارة .

٧ – وجود المركبات الأزوتية في الماء : وجود هذه المركبات – خاصة الأمونيا – يحتاج الي كميات أكبر من الكلور فضلا عن فترة تلامس أطول .

٨ – وجود مركبات الحديد و المنجنيز في الماء : تحد وجود هذه المركبات من فاعلية الكلور حيث تستهلك كميات أكبر من الكلور لأكسدة هذه العناصر و التخلص منها .

طريقة أضافة الكلور :

يضاف الكلور الي الماء علي هيئة غاز أو محلول أو مسحوق لأحد مركباته . و تعتبر أضافة الكلور الي الماء علي هيئة غاز أفضل الطرق يليها أضافته الي الماء علي هيئة سائل .

أماكن أضافة الكلور في محطة التنقية :

يمكن أضافة الكلور في محطة التنقية في أكثر من مكان تبعا لصفات الماء المعالج علي النحو الآتي :

١ – حقن الكلور قبل المرشحات أو قبل أحواض الترسيب : تتميز هذه الطريقة بالآتي :

* تخفيض تعداد البكتيريا في الماء قبل و صولها الي المرشح مما يخفف الحمل البكتيري علي المرشح .

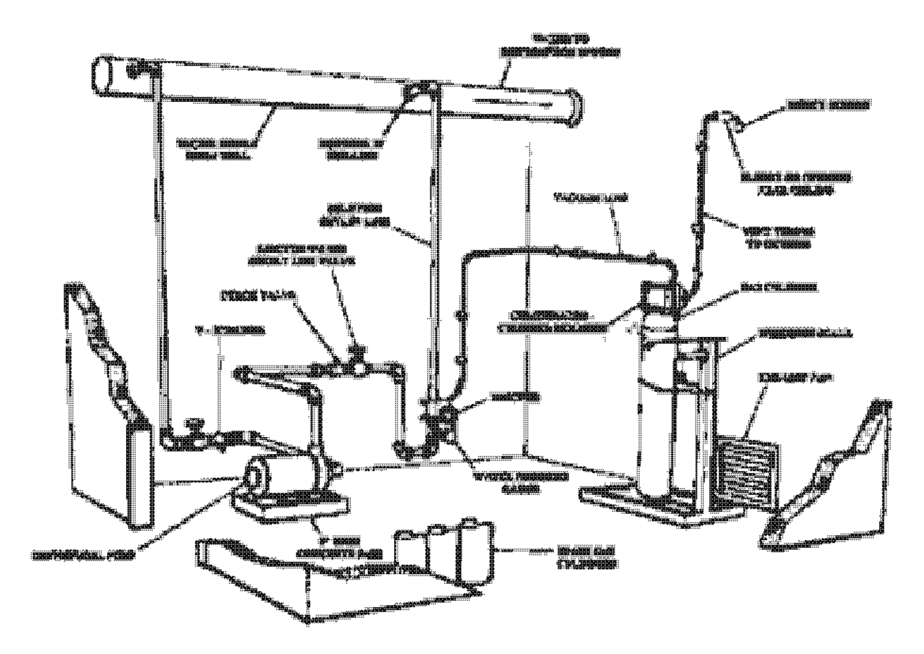
* أزالة نسبة عالية من الطحالب الضاره بعملية الترشيح .

* كفاءة عالية في أزالة اللون و الرائحة من المياه .

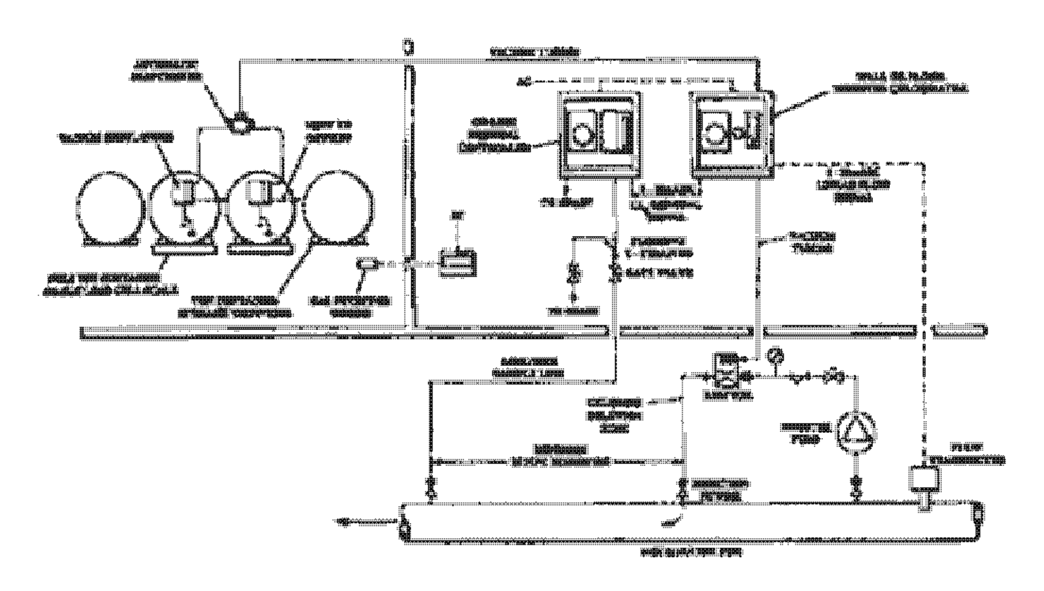
* نقص كميات المواد المروبة أذا أضيف الكلور قبل أحواض الترويب .

٢ – أضافة الكلور في مدخل خزان المياه النقية : و هي الطريقة الأكثر شيوعا .

٣ – أضافة الكلورفي أكثر من موقع : تتبع هذه الطريقة في حالة التلوث البكتيري الشديد . كما يضاف الي مخارج خزانات المياه الرائقة في حالة أنشاء هذه الخزانات مكشوفة . جهاز حقن الكلور – شكل (٤٤) . جهاز التعقيم بالهيبوكلوريت– شكل (٤٥) .



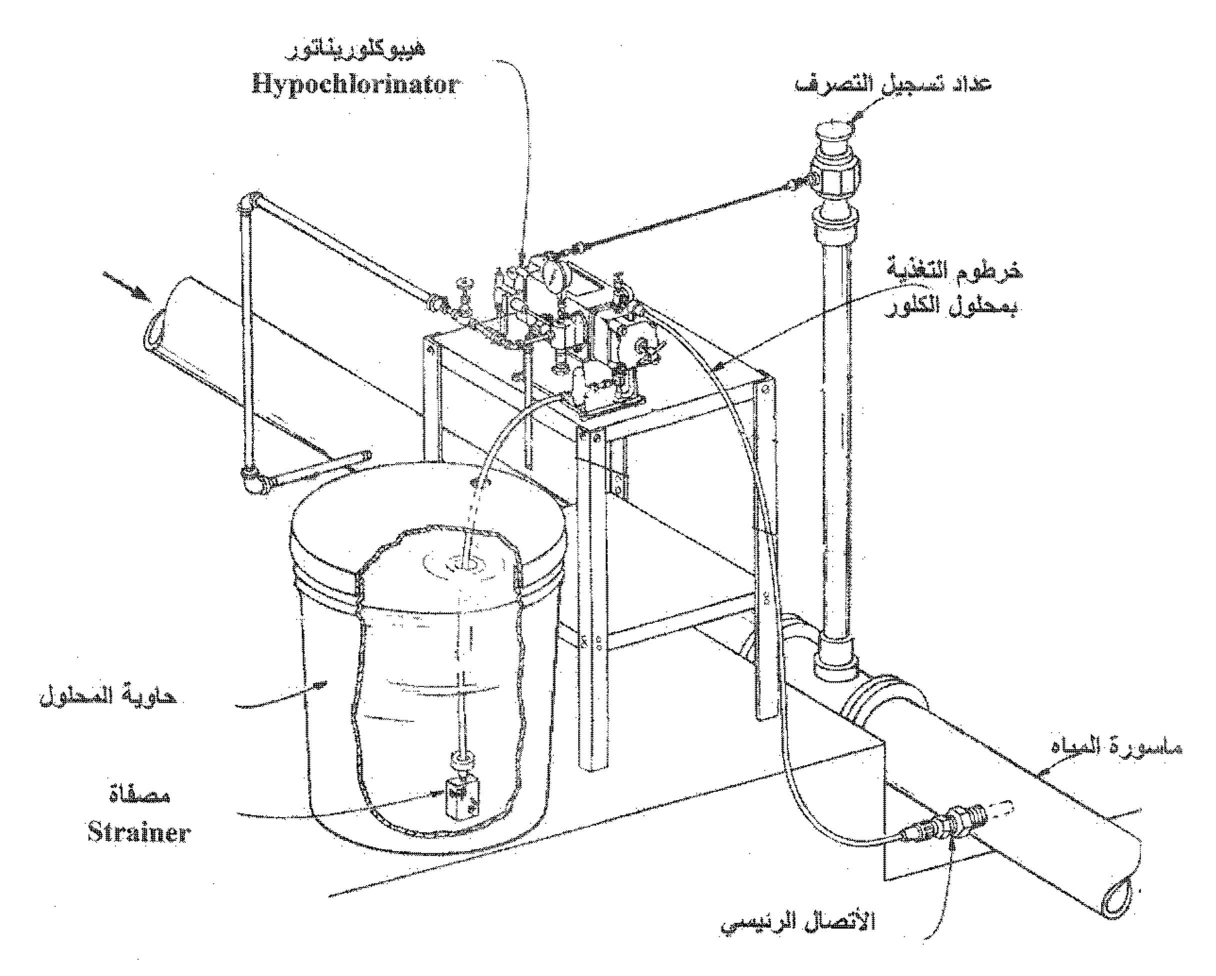
Typical Installation of Small Chlorinator



Typical Diagram of Compound Loop Control

شكل (٤٤)

جهاز حقن الكلور



شكل (٤٥)

جهاز الهيبوكلورينيتور **Hypo Chlorinator**

ثانيا : التعقيم بالأوزون Ozone:

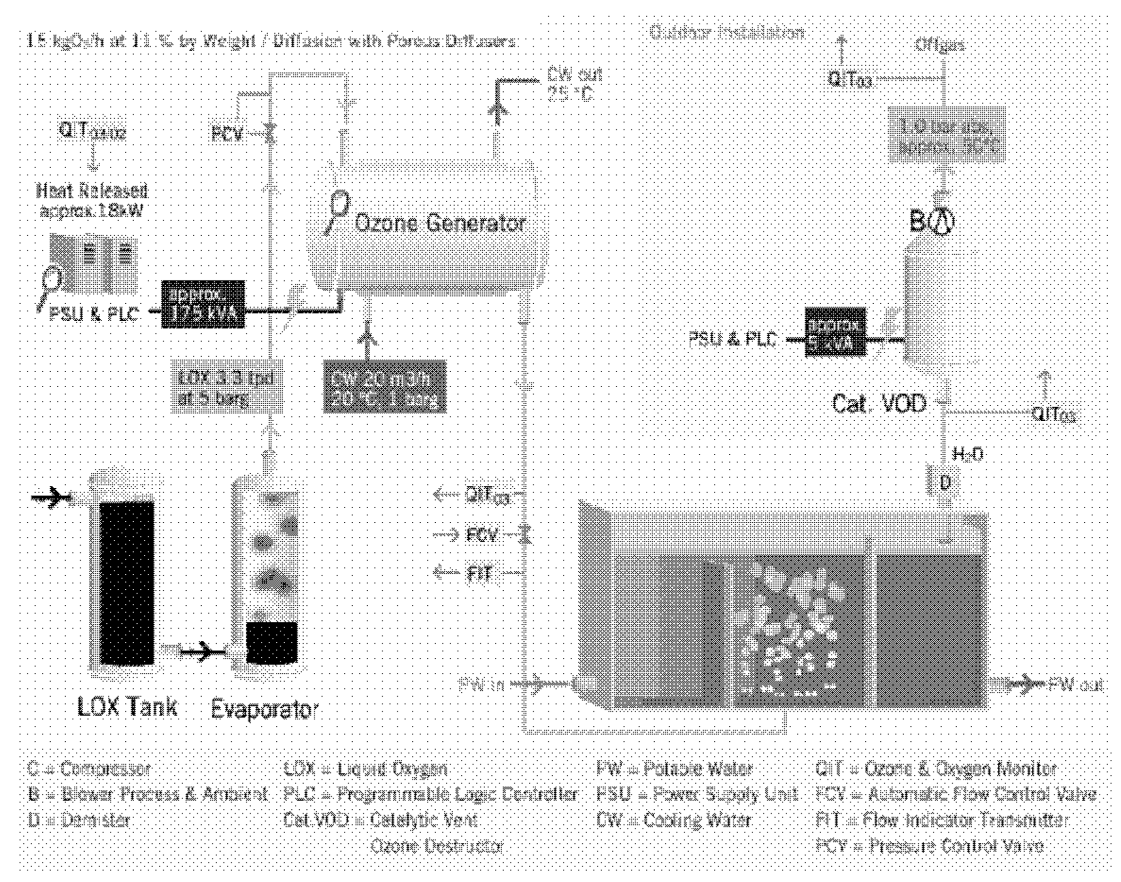
الأوزون مطهر ممتاز يفوق الكلور بنحو ٢٠ مرة . يحتاج الي تكنولوجيا معقده لأنتاجه و أستخلاصه . و لهذا فهو غير أقتصادي بالقياس الي الكلور . يستخدم علي نطاق واسع في فرنسا .

و نحتاج لأنتاج الأوزون الي قطبين كهربائيين بينهما فرق جهد ١٥٠٠٠ – ٢٠٠٠٠ فولت – يمر بينهما الأكسجين الجاف ليتم أتحاد ذرة أكسجين (O_2) مع ذرة أكسجين (O) لتكون الأوزون (O_3) – شكل (٤٦).

والأوزون غير مستقر ولا يمكن نقله أو تخزينه ، حيث يتفكك الي المكونات الأولية . ومتى أنتج الأوزون ، يدفع للاتصال بماء المصدر ويخلط به لمدة ملائمة . وبالنظر إلى أن الأوزون عبارة عن أكسوجين خالص فإنه لا يخلف أثار باقية أو روائح في الماء.

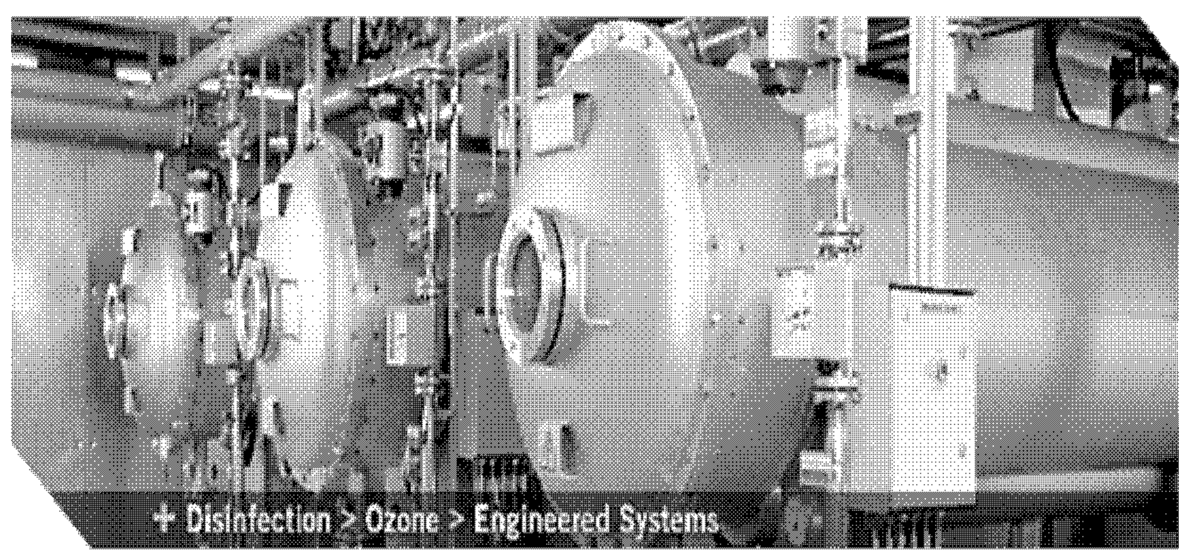
و يجب أن تنشأ في موقع كل محطة تنقية – وحده توليد الأوزون حيث أنه يتفكك بسرعة الي مكوناته الأصلية – لذلك فلا يمكن أنتاجه في مصنع (مثلا) ثم نقله الي المحطات .

يمكن تغذية جهاز أنتاج الأوزون بالهواء الجوي العادي أو غاز الأكسجين الصافي . واستخدام الأكسجين الصافي أكثر فاعلية وأنتاجا .



شكل (٤٦)

تفاصيل وحدة تعقيم مياه الشرب بالأوزون



Degrémont Technologies
SUEZ

معدات وحدة أنتاج الأوزون



Degrémont Technologies
SUEZ

شكل (٤٦)

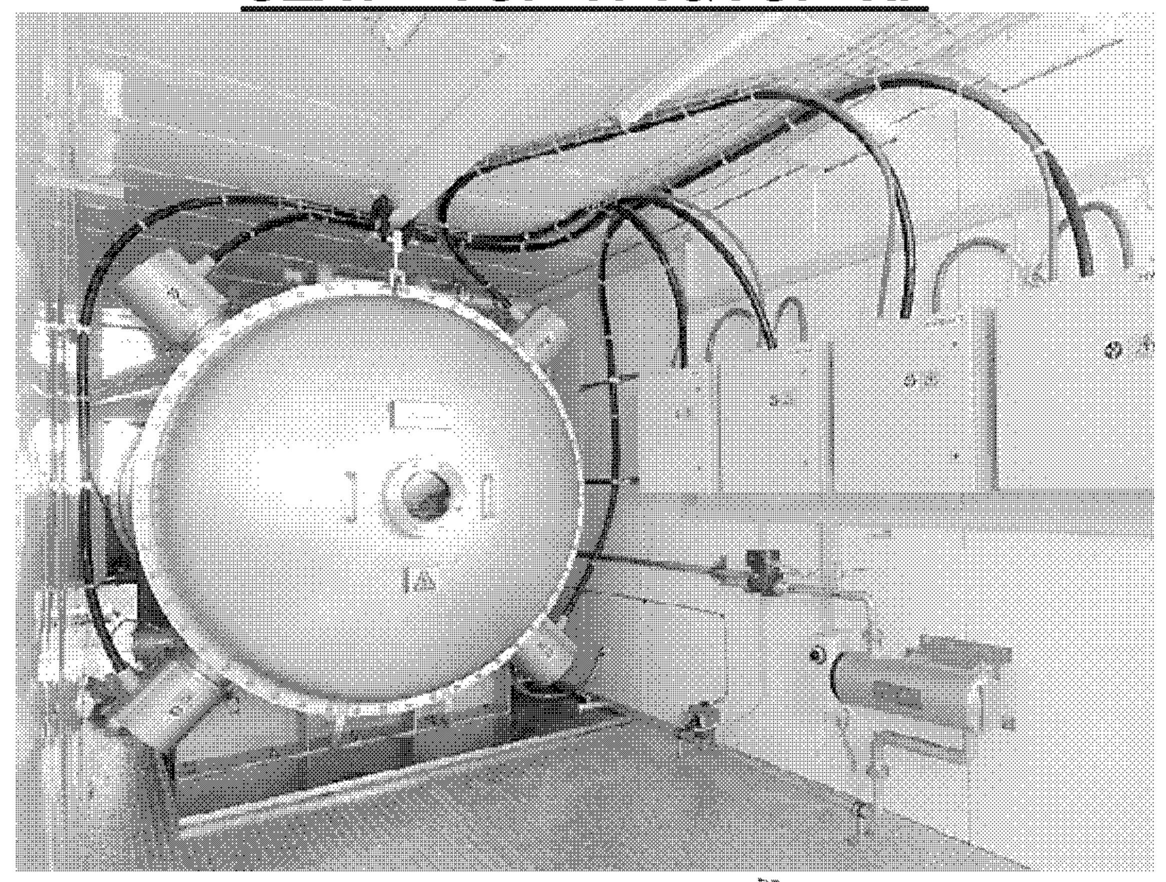
جهاز أنتاج غاز الأوزون

و يمكن أستخلاص ٣٠ جم من الأوزون من كل ١ متر مكعب من الهواء . و الأوزون مؤكسد قوي يساوي ضعف قدرة الكلور في التعقيم .

و الأوزون صعب الذوبان في الماء – كثافته = ١,٦ من كثافة الهواء – لونه يتراوح من عديم اللون الي اللون الأزرق

أحد أجهزة أنتاج الأوزون – جهاز ألتراسورس – داخل حاوية – شكل (٤٦) .

جهاز التعقيم (ألترا سورس)
OZAT – COP-CFV&COP- XF





شكل (٤٦)

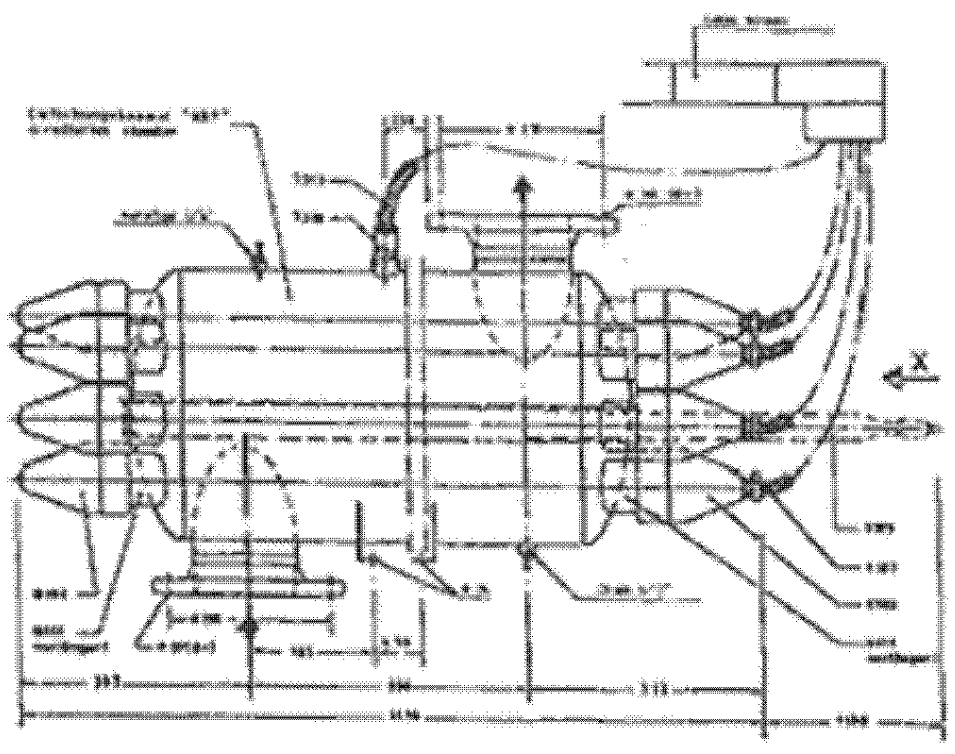
مولد الأوزون داخل حاوية Container

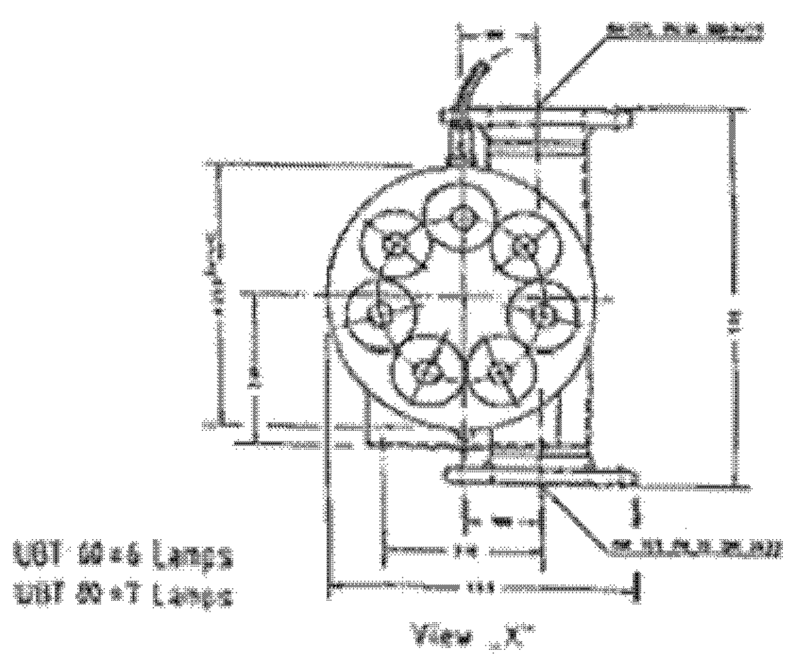
ثالثا : التعقيم بالأشعة فوق البنفسجية Ultra Violet :

الأشعة فوق البنفسجية أشعة غير مرئية . و هي مطهر قوي و يستخدم علي نطاق ضيق مثل المستشفيات . و الأشعة غير فعالة في حالة وجود عكاره بالماء حيث تتكسر هذه الأشعة علي أسطح الجزيئات و ترتد مرة أخري مما يضعف فاعليتها لقتل الفيروسات – شكل (٤٧) .

لذلك ، فهي تستخدم فقط لتعقيم المياه الخالية من الألوان و العكارة ولا تسبب مشاكل في التذوق .

UV-Disinfection "UBT"

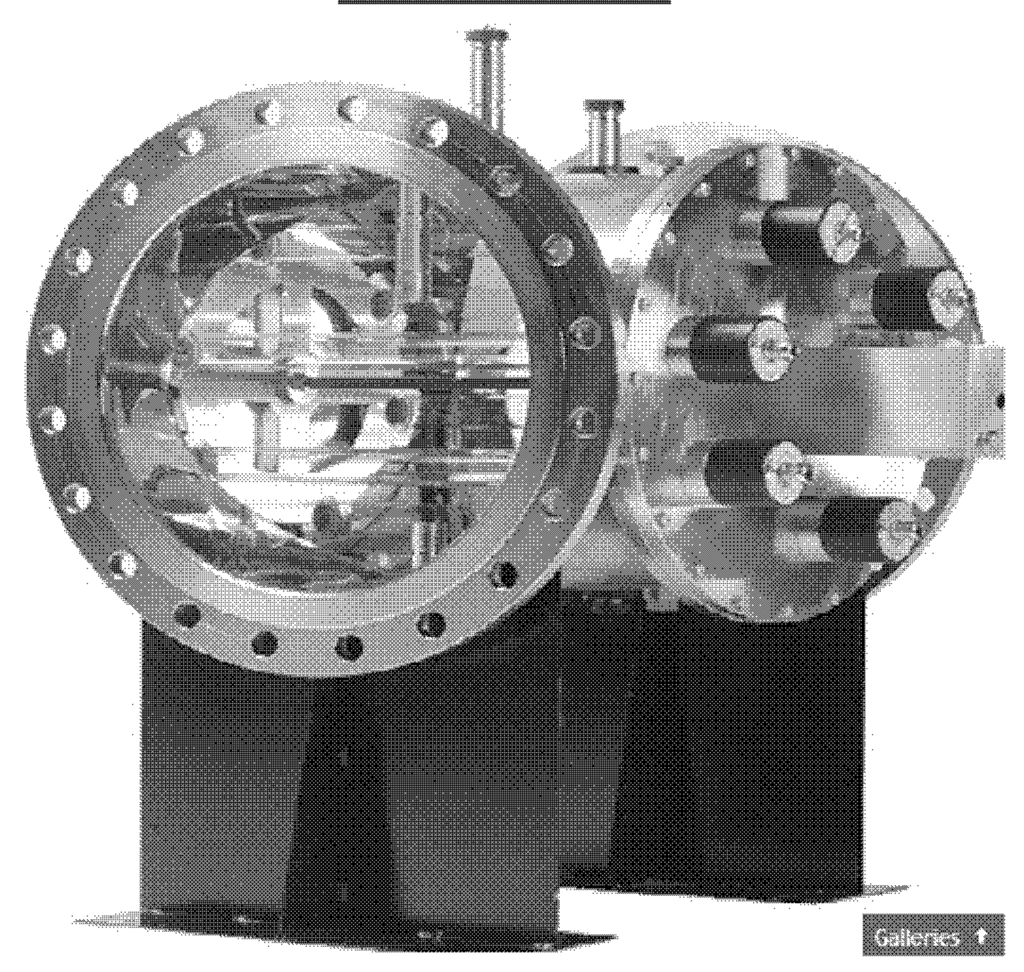




شكل (٤٧)

جهاز التعقيم بالأشعة فوق البنفسجية

جهـــاز أكواراى
Aquaray H٢O





شكل (٤٨)

جهاز أكواراي للتعقيم بالأشعة فوق بنفسجية

مميزات الجهاز :

- قادر علي تعقيم من ٣٠٠ – ٣٠٠٠ م٣ / ساعة من المياه المرشحة – شكل (٤٨) .
- القدرة علي تدمير كافة الكائنات الممرضة بالأشعة الفوق بنفسجية .
- اللمبات متوسطة الضغط داخل غلاف من الكوارتز النقي ومعزولة عن سريان المياه . يمكن تغيير وأستبدال اللمبات بسهولة كما تعمل لها الصيانة ببساطة .

- متوسط عمر اللمبة الواحدة ١٠٠٠٠ ساعة .
- موفرة للطاقة .

رابعا : برمنجنات البوتاسيوم :

هو مطهر قوي و لكنه غير أقتصادي حيث التكلفة العالية . و يمكن أستخدامه كبديل للكلور في حالات الطوارىء . طريقة الأستخدام – راجع باب الأمداد بمياه الشرب في الأماكن المنعزلة .

حادي عشر : الخزان الأرضي Ground Water Tank :

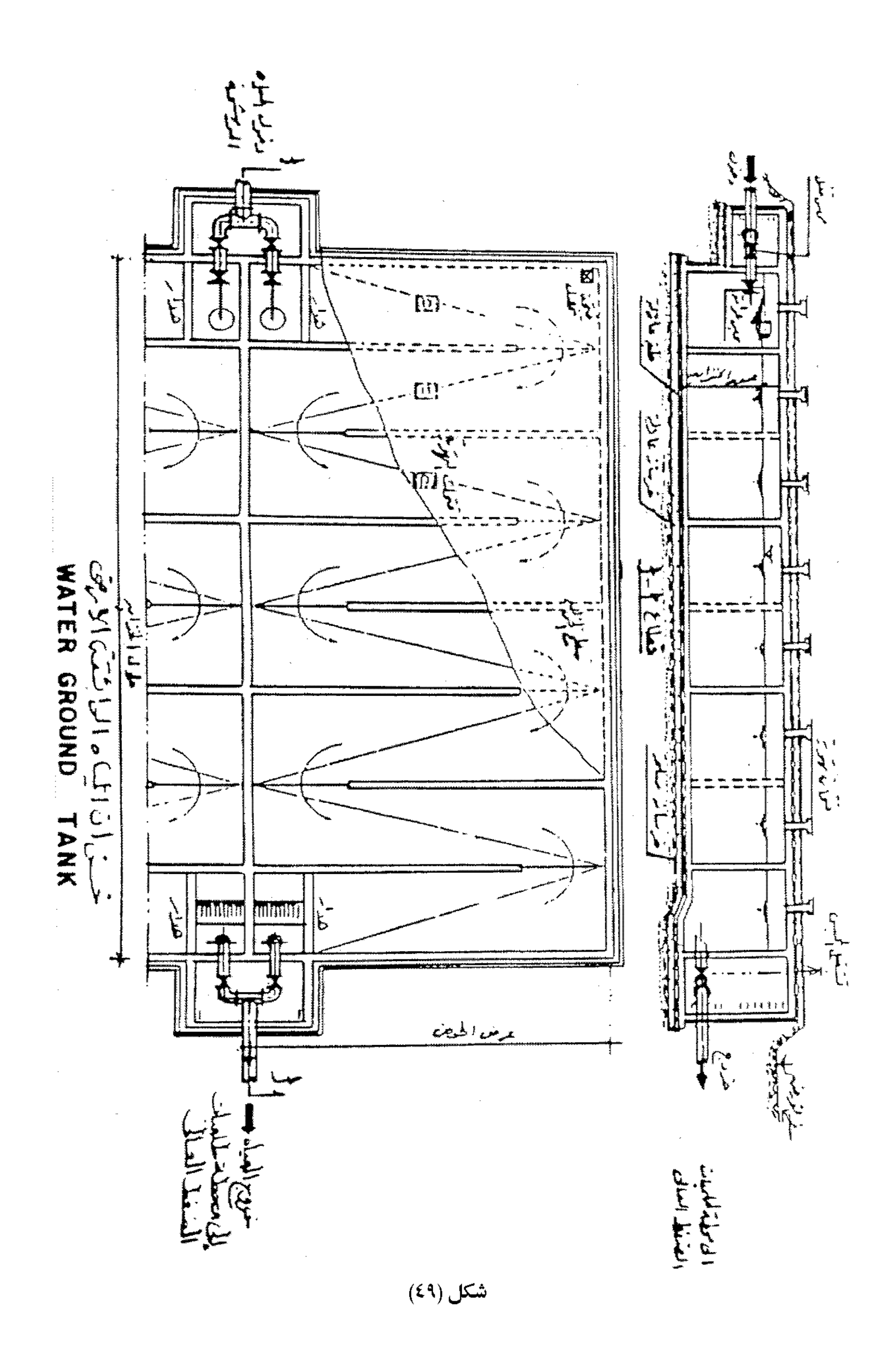
الغرض من الخزان الأرضي :

١ – يعمل علي مزج الكلور مع المياه بشكل جيد .

٢ – تخزين كميات المياه الأحتياطية (الطوارىء) و جزء من مياه الحريق .

بعد أتمام عملية الترشيح و أضافة الكلور – يتم تخزين الماء في الخزان الأرضي بحيث يكفي أستهلاك المدينة فتره ٦ – ٨ ساعات . ينشأ الخزان من الخرسانة المسلحة ذات سقف مزود بفتحات للتهوية ، هذه الفتحات مغطاه بسلك دقيق يسمح بدخول الهواء دون الحشرات و الأتربة – شكل (٤٩) .

يقسم الخزان الي قسمين منفصلين بحيث يمكن تفريغ أحد الأقسام و عمل الصيانة أو الأصلاح اللازم بينما يكون القسم الآخر داخل الخدمة – كما يقسم الخزان الي حوائط عرضية لأطالة مسار المياه لأتمام عملية خلط الكلور و التعقيم .



شكل (٤٩)

الخزان الأرضي

تنشأ أرضية الخزان بميل بسيط يتجه الي أحد الأركان لأمكان تنظيف الخزان و سحب مياه النظافة عن طريق ماسورة الغسيل . كما تبني حوائط حائلة بالخزان للمساعدة في خلط و أنتشار الكلور في المياه . تعزل الحوائط و الأرضية بمواد مقاومة للرشح كما يتم العزل من الخارج لمقاومة التربة العدوانية و المياه الأرضية .

ينشأ هدار عند المدخل لأمكان أصلاح العوامة دون تفريغ الخزان . يزود الخزان أيضا بمواسير تهوية في السقف حتي لا يكون للمياه رائحة كريهه و كذلك تصريف الهواء وقت ملء الخزان .

أسس التصميم :

١ – كمية المياه بالخزان = ١٥٪ من متوسط الأستهلاك اليومي للمدينة + المياه اللازمة للحريق وتساوي أستهلاك ٢ – ٨ ساعات + ٢٥٪ من الأستهلاك الكلي لأغراض الطوارىء .

ثاني عشر : طلمبات الضغط العالي High Pressure Pumps :

يختار موقع الطلمبات أقرب ما يكون الي خزان المياه المرشحة مع ضرورة أن يتوافر الشروط الآتية :

١ – أن يلحق بالمحطة بيارة متصلة بخزان المياه النقية عن طريق سحارة لتوصيل المياه من الخزان الي البيارة حيث تقوم الطلمبات بسحب الماء منها .

٢ – أن يكون المبني بالأتساع الكافي ليستوعب عدد الطلمبات التي تخدم المدينة حاليا و مستقبلا طوال الفترة التصميمية لمحطة التنقية .

و يفضل في كثير من الأحوال أن يكون التخطيط العام لمحطة التنقية بحيث تكون طلمبات الضغط العالي و طلمبات الضغط الواطي في مبني واحد مما يسهل عملية الأشراف و التشغيل و الصيانة مع توفير العمالة و الفنيين – شكل (١٢) . تقوم الطلمبات برفع المياه من بئر المياه النقية الي شبكة المواسير علي ألا يقل الضغط عن ٢٥ متر داخل المواسير في أي نقطة خاصة في أطراف المدينة .

أنواع الطلمبات المستعملة :

* طلمبات ماصة كابسة Displacement Pumps .

* طلمبات طاردة مركزية Centrifugal Pumps .

ثالث عشر : الخزانات العالية Elevated Tanks :

ينشأ الخزان العالي للأسباب الآتية :

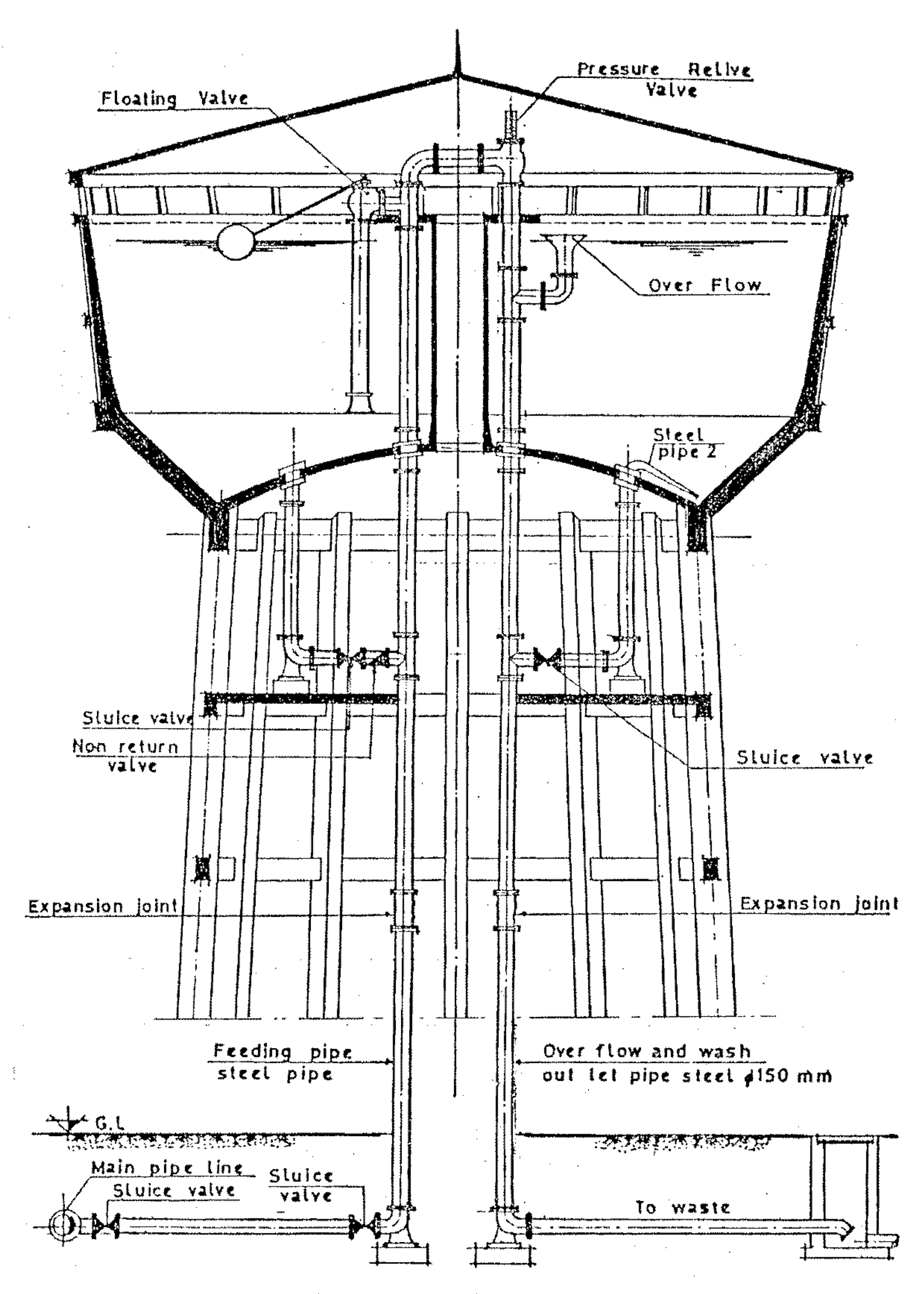
١ – تخزين الفرق بين أحتياجات المدينة باليل و النهار .

٢ – تثبيت الضغط في جميع أجزاء المدينة .

٣ – منع حدوث ظاهرة المطرقة المائية علي طلمبات الضغط العالي .

ينشأ الخزان العالي من الصلب أو الخرسانة المسلحة و يقام علي أعمدة أو أسطوانة خرسانية .

تغذي هذا الخزان ماسورة صاعدة من الصلب و تكون هي نفس الماسورة المغذية للشبكة من الخزان – أي أنها صاعدة و هابطة في آن واحد – شكل (٥٠) .



PIPE CONNECTION AND VALVES FOR ELEVTED TANK

شكل (٥٠) الخزان العالي والمحابس المتحكمة به

يزود الخزان بالصمامات الآتية للتحكم في المياه :

١ – صمام حاجز Sluice Valve في أسفل الماسوره يتم قفله عندما يراد حجز الماء عن حلة التخزين للتنظيف أو الأصلاح .

٢ – صمام عوامة Float Valve : يركب هذا الصمام أعلي الماسورة حيث تدخل المياه الي الحلة عندما يزيد معدل ضخ الطلمبات عن معدل الأستهلاك في المدينة . يقفل الصمام أذا ما وصل منسوب المياه الي حد معين .

٣ – صمام عدم رجوع Non Return Valve : و يركب علي فرع بين الماسورة الرأسية و قاع الخزان . و يسمح هذا الصمام بخروج الماء من الخزان الي الماسورة الرأسية و ليس العكس عندما يزيد معدل أستهلاك المياه عن معدل ضخ الطلمبات .

٤ – صمام حاجز (آخر) مركب علي نفس الفرع و يقفل عندما يراد أيقاف صرف الماء من الخزان الي شبكة التوزيع عن طريق الماسورة الرأسية كما هو الحال عند غسيل حلة الخزان بعد أصلاحها .

كما يتصل الخزان عن طريق ماسورة رأسية أخري تسمي ماسورة العادم ، بشبكة الصرف في المدينة لصرف مياه الغسيل – مركب علي هذه الماسورة ما يلي :

*** هدار مخرج للماء الفائض ، و الغرض منه خروج المياه الزائده عن منسوب معين عند حدوث خلل في صمام العوامه السابق ذكره . هذا الهدار موجود في أعلي الماسورة .**

*** صمام حاجز مركب علي فرع ما بين ماسورة العادم و قاع الخزان . هذا الصمام يظل مغلقا ما دام الخزان مستعملا ، و يفتح فقط لصرف الماء من الخزان عند الغسيل .كما تتصل الماسورتان الرأسيتان : ماسورة التغذية و ماسورة العادم بواسطة فرع أفقي مركب عليه صمام أمن يفتح آليا أذا زاد الضغط في الماسورة الرأسية المغذية عن حد معين (حوالي ١٠ متر زيادة عن منسوب الماء في الخزان) لتلاشي آثار المطرقه المائية . جميع هذه المواسير و التوصيلات من الصلب و يفضل أستخدام المواسير ذات الفلانشات الثابته و المتحركه – كما يفضل تركيب وصله تمدد علي كل منهما للسماح بالتمدد و الأنكماش .**

يصمم الخزان – بشكل تقريبي – علي أساس متطلبات تخزين المياه فقط و تساوي ١٥ ٪ من الأستهلاك الكلي للمدينة.

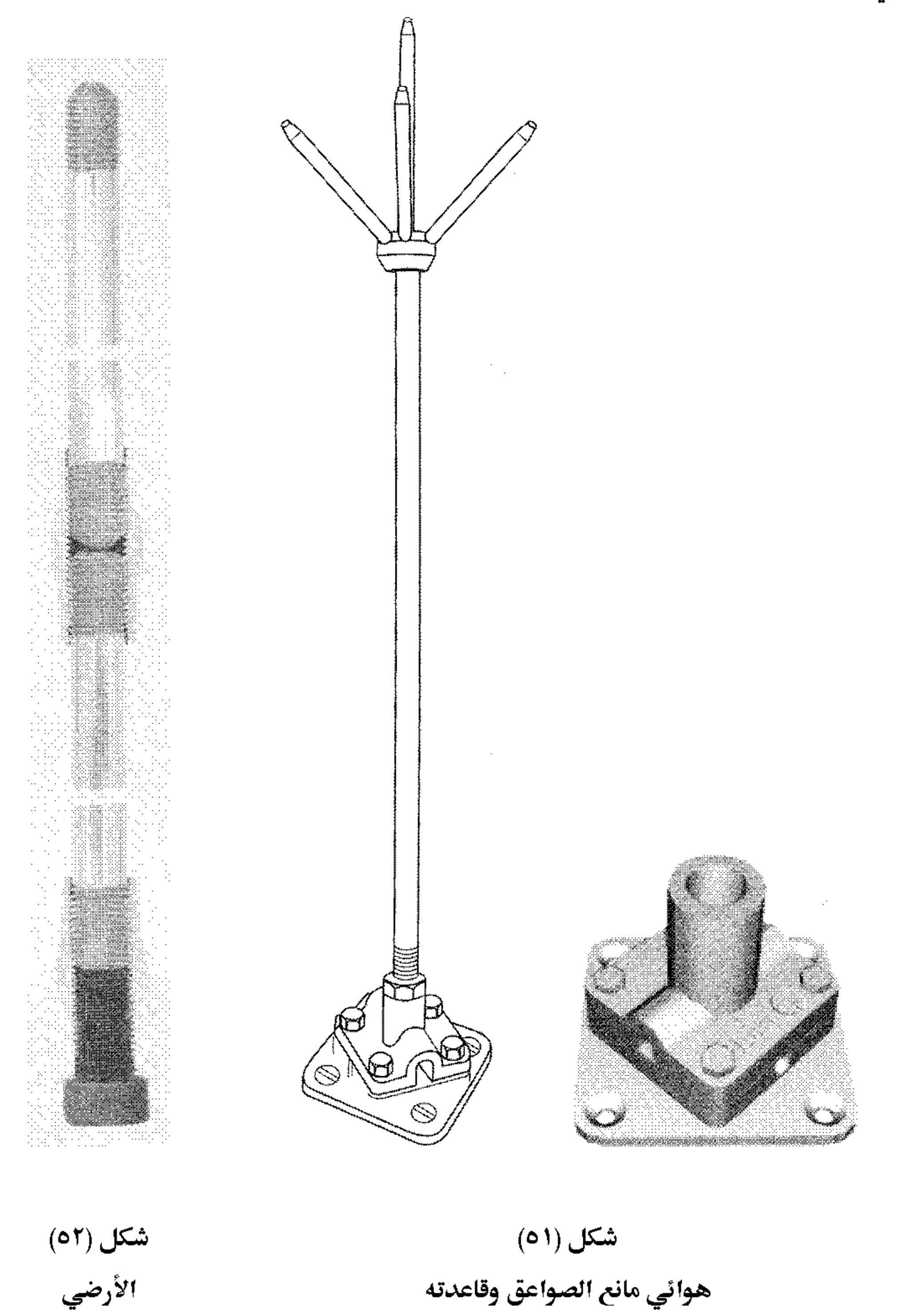
مانع الصواعق :

يزود الخزان العالي بمانع الصواعق لتصريف أي شحنات كهربية . و هو عبارة عن عامود من النحاس الأحمر – طوله ٢ متر – قطره من أسفل = ٥ سم ومدبب من أعلي . يثبت فوق حلة الخزان بواسطة جلب وورد كاوتش و يوضع في قمة الخزان لحمايته .

يتصل بالأرض بواسطة سلك نحاس أحمر قطره ٨,٥ مم . يمر السلك فوق بكر من الصيني المعزول و يثبت بجانب حلة الخزان حتي يصل الي سطح الأرض . يتصل بلوحة من النحاس مقاسها ١ م × ١ م × ٣ مم و موضوعة داخل حفرة بعمق ١,٥ متر مملوؤه بالفحم لتصريف أي شحنات الي الأرض .

مانع الصواعق – شكل (٥١) .

الأرضي - شكل (٥٢).



شكل (٥٢)
الأرضي

شكل (٥١)
هوائي مانع الصواعق وقاعدته

المراجع

١ – الكود المصري .

٢ – الهندسة الصحية   د/ محمد علي علي فرج .

٣ – هندسة التشييد لمرافق المياه والصرف الصحي   م / محمود حسين المصيلحي .

٤ – مؤلفات أ. د أحمد عبد الوارث – جامعة عين شمس .

٥ – كتالوجات شركة ديجرما – فرنسا .

الأمداد بمياه الشرب في الأماكن المنعزلة

مقدمة

تتواجد المجتمعات الصغيرة على الأنماط التالية :

١ – القرية أو العزبة أو النجع .

٢ – التجمعات الصحراوية المتناثرة – المجتمعات البدوية .

٣ – المجتمعات الناشئة والمؤقتة في الأماكن النائية (المستعمرات) ، مثل فرق إنتاج المعادن والبترول ومعسكرات الجيش .

نتعرض إلى الوسائل البسيطة للحصول علي المياه النقية الصالحة للشرب بتنفيذ بعض التكنولوجيات السهلة و المناسبة والرخيصة لاستغلال موارد المياه بأبسط الأمكانات .

وتعتمد القرى في غالبيتها ، علي مياه الشرب المستخرجة عن طريق الطلمبات اليدوية للحصول علي احتياجاتها من المياه ، وذلك بدقها في صحن المترل لعمق حوالي ٢٠ مترا في المتوسط . وعلي مقربة لا تتعدى الأمتار المعدودة ، تنشأ دورة المياه الخاصة بالمترل والتي تكون عبارة عن حفرة دائرية مبطنة بماسورة عند نهايتها . يؤدى تراكم هذه المخلفات الآدمية إلى تسربها خلال المسام الأرضية لتصل إلى الطبقة الحاملة للمياه و تتسبب فىتلوثها . وعند استخدام هذه المياه بواسطة الأفراد ، فأنها حتما ستسبب الأمراض المعوية مثل التيفود والدوسنتاريا والكوليرا....

كما أنه يمكن أن تكون المياه المستخرجة من باطن الأرض بواسطة الطلمبة ، والتي قد يكون بها نسبة عالية من الأملاح المذابة التي تضر بالصحة والتي لا يعلم بها الفرد المستهلك بالقرية .

ومن المسلم به أن توافر المياه الصحية النظيفة ، هو أحد العناصر التي تسهم في وجود المجتمعات الصحيحة بدنيا ، أضافة إلي ذلك فهو حق أصلي من حقوق الإنسان .

ولعل هذه المجتمعات المتناثرة تعاني من قلة الخدمات جعلت مشكلة الحصول على المياه النقية صعبة للغاية ، كما أنه يعاني أيضا من :

١ – النقص في الكوادر الفنية والمهارات القادرة علي تشغيل محطات التنقية .

٢ – نقص الإمكانيات مثل عدم وجود الطاقة الكهربية أو انقطاعها المستمر .

٣ – صعوبة الحصول علي الكيماويات اللازمة للمعالجة وأسطوانات الكلور أو تدبير قطع الغيار اللازمه لهذه المحطات .

لهذا فأن استحداث تكنولوجيات مبسطة هدفها الأساسي وصول مياه الشرب النظيفة والصحية والمتفقه مع المواصفات الصحية للأفراد ، أضافة إلى سهولة التشغيل وبساطة التكلفة ، يعتبر من الأهداف الكبري .

وقد أثبتت الدراسات أن وجود نظام معالجة منفصل للمياه لكل قرية أو تجمع علي حدة ، يكون هو الملائم من الناحية الاقتصادية في حالة بعد القرية لأكثر من ٥ كيلومترات عن أقرب محطة تنقية.

أيضا – استعراض التكنولوجيات المتاحة لأنتاج للمياه (مياه جوفية – مياه سطحية – مياه البحار– مياه أمطار) ، والتي تناسب المجتمعات الصغيرة من حيث بساطة التصميم و سهولة التشغيل والصيانة وقله التكاليف مع ذكر تفاصيل الإنشاء المميزات والعيوب . أيضا ، دراسة بعض التكنولوجيات ذات التقنيات المتقدمة والعالية القيمة مثل تكنولوجيات معالجة مياه البحار والتي لا مفر من استخدام بعضها لإمداد القرى الساحلية السياحية بالمياه الصالحة للشرب (المناطق الجنوبية لسواحل البحر الأحمر) وكذلك المناطق النائية مثل برنيس – حلايب – شلاتين – السلوم – سيدي براني ...

مصادر الميـــــــــــــاه المتاحة في المجتمعات الصغيرة :

تتواجد المياه على الصور التالية :

١ – المياه الجوفية .

٢ – المياه السطحية العذبة .

٣ – مياه الأمطار .

٤ – مياه البحار و المحيطات .

أولا : المياه الجوفية :

تكون مياه الآبار – في المعتاد – مياها عذبة صالحة للشرب مباشرة ، أو تكون مياها مختلطا بها أملاح وأكاسيد في أحيان أخري . تحتاج هــذه النوعية من المياه إلى أزالة الأملاح المعدنية الذائبة فيها مثل أملاح الحديد والمنجنيز ، وفي أحيان أخرى ، إلى أزالة عسر الميـــاه (بيكربونـــات الكالسيوم والماغنسيوم وكبريتات الكالسيوم والماغنسيوم) . تتنوع أصناف هذه الآبار تبعا للظروف الجغرافية والجيولوجية ، فهنـــاك الآبـــار المحفورة والآبار المثقوبة والآبار الأفقية والآبار الأرتوازية٠٠٠ تعمل علي توفير قدرا من المياه الصالحة للاستهلاك الآدمي .

تدخل أيضا ، مياه الينابيع والعيون كمصدر هام من مصادر المياه الجوفية ، ولعله من المناسب ، الأشاره إلى أحد العيون الكبرى بمصر والـــتي تمد مناطق نويبع بالمياه (عين فرطاجه) ، والتي يبلغ تصرفها ٣٠٠٠ م٣ / يوم من المياه النقية . يدخل أيضا نظام الآبار الرومانيـــة ، كأحـــد المصادر لإمداد مياه الشرب لبعض المجتمعات الصحراوية الصغيرة ، خاصة المجتمعات الساحلية (محافظة مرسى مطروح) .

خصائص المياه الجوفية Quality Of Ground Water

١ – تكون المياه الجوفية – في الغالب – مياها نقية ، باردة .

٢ – تتواجد البكتيريا المعوية في بعض المناطق نتيجة اختلاط مياه الصرف الصحي بالخزان الجوفي .

٣ – يكون لها في بعض الحالات ، لون وطعم ورائحة ، نتيجة ذوبان بعض الأملاح الموجودة في باطن الأرض مثل أملاح الحديد والمنجنيز .

٤ – تكون بعض أملاح الكبريتات والكلوريدات والكالسيوم والمغنيسيوم ذائبة في الماء والتي تسبب عسر المياه .

٥ – تواجد غازات مثل كبريتيد الأيدروجين نتيجة تحلل المواد العضوية التي تحتوي علي عنصر الكبريت .

ثانيا : المياه السطحية العذبة :

ومصادرها نهر النيل والرياحات والـــترع والبحيرات العذبة .

خصائص المياه السطحية :

قد تكون هناك بعض الأملاح المذابة في الماء والتي تسبب عسر المياه ، كما قد تظهر بعض العناصر السامة مثل الرصاص والزرنيخ والـــسلينيوم والسيانيد والكروم والزئبق٠٠٠ والناتجة عن الـــتصرفات الزراعية والصناعية . كما قد تحتوي علي الملوثات البيولوجيـــة ، بالأضـــافة إلى الطعم واللون والرائحة والعكارة ٠٠

ثالثا : مياه الأمطار :

تعتبر جمهورية مصر العربية ، من البلاد قليلة الأمطار ، وتعتبر السواحل الشمالية من الجمهورية من أكثر المناطق كثافة في الأمطار . ونظرا لقلة الأمطار في بلادنا ، فإنه لا يمكن الاعتماد عليها كلية ، وإنما يعتمد عليها لسد بعض إحتياجات الأفراد ولا بد من وجود مصدر آخـــر لـــسد احتياجات المياه المطلوبة .

خصائص مياه الأمطار Quality Of Rain Water

تتعرض مياه الأمطار إلي عده ملوثات عند سقوطها على الأرض أو خلال نفاذها خلال مسام التربة – تتلخص هذه الملوثات في :

أ- الملوثات الطبيعية :

١ – تكون العكارة بسبب وجود المواد العالقة مثل الغبار أو الأتربة في الجو .

ب – الملوثات الكيماوية :

١ – الأحماض الحمضية ، عند اختلاط مياه الأمطار مع الكربون الموجود بالهواء الجوى مكونا حامض الكربونيك .

٢ – الميكروبات التي تتواجد في الجو .

٣ – الملوثات الناتجة عن اختلاط مياه الأمطار مع الأملاح الموجودة بالتربة والتي يتسبب عنها عسر المياه أو ذوبان بعض العناصر الضارة .

رابعا : مياه البحار :

تحتوى مياه البحار علي تركيزات عالية من الأملاح تصل إلى ٦٠٠٠٠ ملجم / لـــتر ، تحتاج هذه المياه إلي تكنولوجيات متقدمة لإعــذابها للحصول علي المياه الصالحة للاستهلاك الآدمي . تستخدم هذه التكنولوجيات ذات التكلفة العالية في الضرورة القصوى مثل حالات إمـــداد المياه بالقرى السياحية .

خصائص مياه البحار Quality Of Sea Water

تتعرض مياه البحار للتلوث والتي تغير من جودة مياه البحر وخواصها ، أنوا ع هذه الملوثات ما يلي :

أ – الملوثات الفسيولوجية :

١ – اللون والطعم والرائحة .

ب – الملوثات الطبيعية :

١ – العكارة.

٢ – المواد العالقة .

٣ – الملوحة .

ج – الملوثات الكيماوية :

١ – أملاح مركزة تصل إلي ٦٠٠٠٠ ملجم / لتر ، كما يتواجد ٤٤ عنصرا مذابا في مياه البحار ، أشهرها أملاح الصوديوم والبوتاســـيوم والكبريتات والكلوريدات .

٢ – يتواجد بالمياه غازات مذابة مثل غاز الأكسجين والنتروجين وثاني أكسيد الكربون .

٣- تكون في الغالب قلوية ، حيث يكون رقم الأس الهيدروجيني من ٨– ٩ .

د – الملوثات العضوية :

تواجد بعض البكتيريا المعوية الممرضة ، نتيجة إلقاء المخلفات الآدمية ومخلفات السفن بمياه البحر .

نظم الحصول علي المياه و المعالجات الخاصة بمياه الشرب طبقا لنوعية مصدر المياه كما يلي :

١ – المياه الجوفية :

تقسم مصادر المياه الجوفية إلي :

١ – ١ – مياه جوفية صالحة للشرب تستخرج من باطن الأرض ولا تحتاج إلي معالجة .

١ – ٢ – مياه جوفية تحتاج إلي معالجة .

١ – ١ – مياه جوفية صالحة للشرب ، تستخرج من باطن الأرض ولا تحتاج إلي معالجة :

نظم الحصول علي المياه الجوفية الصالحة للشرب بالمناطق المنعزلة :

١ – الطلمبات اليدوية العميقة **Hand Pumps**.

٢ – الطلمبات العاملة بطاقة الرياح **Wind Pumps**.

٣ – الآبار السطحية المحفورة **Dug Wells**

٤ – الآبار المثقوبة **Board Wells**

٥ – الآبار الأفقية **Horizontal Wells**.

٦ – الآبار الرومانية **Infiltration Galleries**.

٧ – الآبار العميقة **Deep Wells** .

٨ – الآبار الأرتوازية **Artesian Wells**.

٩ – المياه المتدفقة من العيون والينابيع **Springs** .

١ – ٢ – مياه جوفية تحتاج إلي معالجة قبل استخدامها للاستهلاك الآدمي :

١ – الآبار العميقة المنتجة للمياه الجوفية التي تحتوى على الحديد والمنجنيز .

٢ – الآبار العميقة التي تحتوي علي مياها عسرة :

** المياه المحتوية علي بيكربونات الكالسيوم و بيكربونات الماغنسيوم – العسر المؤقت .

** المياه التي تحتوى علي كبريتات الكالسيوم – كبريتات الماغنسيوم – العسر الدائم .

وقد تتواجد بعض العناصر الذائبة بكميات صغيرة مثل الكلوريدات ونترات الكالسيوم والماغنسيوم .

سيتم تناول طرق المعالجة بالمحطات الثابتة و بالمحطات المدمجة .

٣ – المياه الجوفية المنتجة للمياه المالحة .

٢ – المياه السطحية العذبة (مياه الأنهار والـــترع) .

٢ – ١ – محطات معالجة مياه الشرب التقليدية الثابتة الصغيرة :

٢ – ١ – ١ – المرشحات الرملية الصغيرة .

٢ – ١ – ٢ – المرشحات الرملية البطيئة .

٢ – ١ – ٣ – المياه السطحية العسرة والتي تحتاج إلي معالجة و أزالة العسر الموجود .

٢ – ١ – ٤ – إمداد القرى بمياه عن طريق محطة تنقية كبري إقليمية (المحطة الأم) :

تغذية القرى بمياه الشرب من محطة تنقية إقليمية كبيرة ، و محطة رفع وخطوط طرد للمياه المنقاة و خزانات علوية للموازنة لتصل الميـــاه إلي القرى المتناثرة التابعة لها لتغذيتها وإمدادها بالمياه .

٢ – ٢ – المحطات المدمجة النقالي لمعالجة مياه الشرب السطحية .

٣ – التغذية من مياه الأمطار :

في المناطق الصحراوية ، تتجمع مياه الأمطار في الوديان المنخفضة ، يمكن أن تستغل هذه المياه كما يلي :

٤ – ١ – يمكن تخزينها داخل أحواض كبيرة أو خزانات منحوتة في الصخور للإستفاده بها وقت الحاجة .

٤ – ٢ – يمكن أن يتم تجميع مياه الأمطار من علي أسطح المنازل والمنشآت وتخزينها في خزانات خاصة أو خزانات عمومية للأستفاده بهـــا . تصلح هذه الطريقة في الأماكن الممطرة مثل السواحل الشمالية لجمهورية مصر العربية .

٤ – ٣ – يمكن تجميع مياه الأمطار الساقطة بإنشاء الأنفاق الرومانية.

٤ – مياه البحار والمياه المالحة :

بعض النظم الخاصة بعملية التحلية وهى :

٥ – ١ – نظام الترشيح بواسطة الأغشية (التناضح العكسي) **Reverse Osmosis** .

٥ – ٢ – وحدات تحلية مياه البحر بطريقة التفريغ **Vacuum Vapor Compression**.

٥ – ٣ – نظام تحلية المياه بطريقة التقطير الحراري الومضى **Multi-stage Flash Distillation**.

٥ – ٤ – تحلية المياه باستخدام المكثفات الشمسية **Solar Humidification**.

٥ – ٥ – تحلية المياه باستخدام طريقة الأقطاب الكهربائية **Electro Dialysis**.

٥ – ٦ – طريقة التبادل الأيونى **Ion Exchange Process** .

ملوثات المياه :

تتأثر مصادر المياه من جراء تعرضها لعوامل كثيرة تؤثر على خواصها وجودتها وصلاحيتها للشرب . يعرف التلوث المائي بأنه أي تغير قد يحدث في خواص المياه الطبيعة أو البيولوجية أو الكيماوية والتي تسبب أضرارا عند الاستخدام

يمكن إيجاز هذه الملوثات كما يلي :

١ – الملوثات الفسيولوجية :

١ – ١ الطعم – الرائحة .

تنتج هذه الملوثات نتيجة وجود الطحالب وتحلل المواد العضوية بالمياه ومخلفات بعض الصناعات مثل صناعة الورق – المطاط – المفرقعات – الكيماويات مثل الكبريتات و الأمونيا و التربنتينه والهيدروكاربونات – الصمغ ...

١ – ٢ اللون :

ينتج عن صرف مخلفات دباغة الجلود أو صناعة الورق علي الجسم المائي .

٢ – الملوثات الطبيعية :

٢ – ١ – العكارة .

٢ – ٢ – الملوحة .

٢ – ٣ – المواد العالقة

٣ – الملوثات الكيماوية :

٣ – ١– الكبريتات :

تنتج من تواجد عناصركبريتات الصوديوم وكبريتات الماغنسيوم في الماء . يتسبب وجودها في المياه عن حدوث إسهال للأفراد تصاعد رائحة غاز كبريتيد الهيدروجين السام لأضافه لتسببه في تآكل مواسير الصرف وصدأ في المواسير المعدنية وتكون القشور داخل الغلايات .

٣ – ٢ – الكلوريدات .

تتواجد الكلوريدات في مياه البحار والمحيطات ، كما تتواجد في مخلفات الآدمية خاصة في البول . يخرج الفرد ٦ ملجم / لتر/ يوم .

٣ – ٣ – القلوية :

وتنتج هذه المواد من اختلاط مياه الأمطار مع الكربون الموجود بالهواء الجوي مكونا حامض الكربونيك . يؤثر هذا العامل علي الحياة البرية والنباتية . كما يؤثر علي معالجه عسر المياه (عمليه التنقية بواسطة الجير – رماد الصودا)

٣ – ٤ – آثار من المواد السامة :

تنتج أساسا من المخلفات الصناعية التي يتم صرفها علي المجرى المائي بشكل غير قانوني ، يكون منها المعادن الثقيلة السامة . وأنواع هذه الملوثات ما يلي :

**** الكادميوم .**

** الكروم .

** النحاس .

** الرصاص .

** الزئبق

** الفضة .

** النيكل .

** الزنك .

٣ – ٥ – المبيدات الحشرية – الأسمدة الكيماوية :

تتلخص هذه المبيدات الحشرية في المبيدات المستخدمة لإبادة القوارض والناموس ، كذلك إبادة بعض النباتات الطفيلية.

٤ – الملوثات العضوية :

٤ – ١ – الفوسفات :

الناتج عن صرف المياه الزراعية المختلطة بأسمدة الفوسفات علي المجارى المائية .يتسبب هذا العنصر في نمو الطحالب ، كما أنه من العناصر الغذائية للبكتيريا .

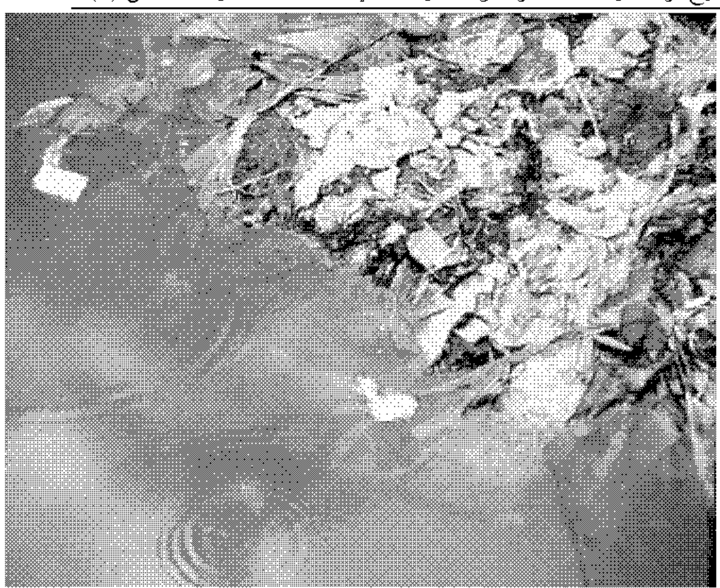
٤ – ٢ – النيتروجين:

ينتج النيتروجين من صرف المياه الزراعية المختلطة بالأسمدة الأزوتيه على المجارى المائية يتسبب هذا العنصر في نمو الطحالب كما أنه من العناصر الغذائية للبكتيريا.

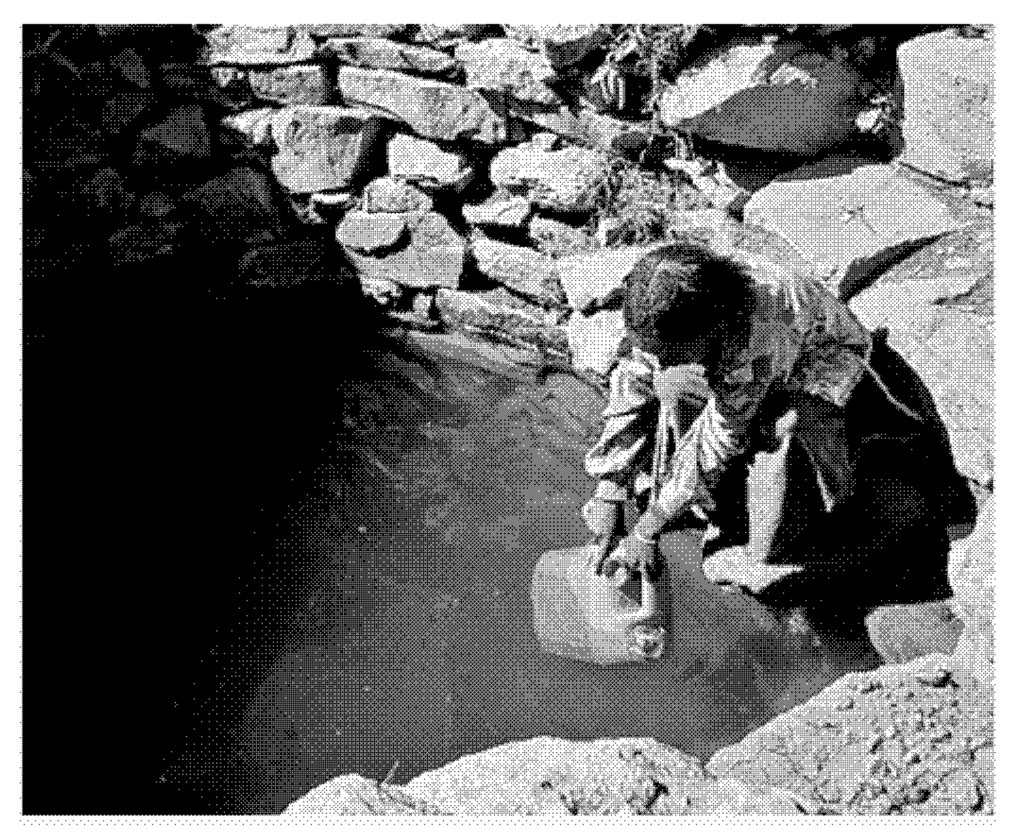
٤ – ٣ – المخلفات :

تتكون المخلفات من الأسمدة العضوية والمخلفات الآدمية ، والتي تتسبب في تواجد البكتيريا والفيروسات الممرضة والطفيليات . تتسبب هذه الطفيليات في الأصابه بالأمراض المعوية والأوبئة .

ومن مسببات التلوث أيضا ، ألقاء النفايات داخل المجاري المائية مع أهمال الصيانة والنظافة الأمر الذي يسبب تلوثها . والحصول علي المياه من مصادر ملوثة مثل شواطيء الترع أو الآبار السطحية والعيون الغير محمية في المجتمعات الفقيرة – شكل (١) .



ألقاء القاذورات والمهملات بدون أزالة



أسباب التلوث عند أحد العيون



الفقر و الجهل مع ندرة المياه



شكل (١)

الأستحمام في المجاري المائية

تكنولوجيات الحصول علي المياه الجوفية و معالجتها في المجتمعات الصغيرة :

مقدمة :

تعاني هذه المجتمعات ، من قلة في الخدمات وضآلة الأنفاق والفقر والجهل والمرض ، لذلك فإننا لا يمكن إغفال هذه الظروف عند الـتفكير في تكنولوجيات بسيطة لإنتاج المياه الصالحة للشرب تناسب هذه الأوضاع ، حيث أنه في النهاية ، يجب أن يحصل علي أقل حق مـن حقوقـه ، وهي المياه النقية .

الطرق المتاحة للحصول علي المياه الجوفية :

جدول (١) يحدد طرق الحصول علي الميا الجوفية :

جدول (١)

المياه الجوفية الصالحة للشرب مباشرة بدون معالجة	المياه الجوفية الصالحة للشرب تحتاج إلى معالجة
١ – الطلمبات اليدوية العميقة .	١ – الآبار العميقة المنتجة للمياه الجوفية التي تحتوى علي الحديد

	والمنجنيز .
٢ – الطلمبات العاملة بطاقة الرياح .	٢ – الآبار العميقة المنتجة للمياه الجوفية التي تحتوى علي ميـــاه عسرة.
٣ – الآبار السطحية المحفورة .	٣ – الآبار الجوفية المنتجة للمياه المالحة .
٤ – الآبار المثقوبة .	٤– المياه الجوفية المحتوية علي عنصر الزرنيخ
٥ – الآبار الأفقية .	
٦ – الآبار الرومانية .	
٧ – الآبار العميقة المنتجة للمياه الجوفيـــة الـــصالحة للـــشرب مباشرة	
٨ – الآبار الأرتوازية .	
٩ – العيون والينابيع .	

جدول (٢) ، يبين مقارنة بين المواصفات الصحية المصرية المطلوبة لمياه الشرب ومواصفات منظمة الصحة العالمية :

جدول (٢)

المواصفات الصحية الآمنة لمياه الشرب

المعايير	الوحدة	المواصفات المصرية ١٩٧٥	إرشادات منظمه الصحة العالمية ١٩٨٤
بيولوجي (مهم للصحة)			
Faecal Coliform	١٠٠ مللي / لتر	ـــــــ	ـــــــ
Coliform Organism	١٠٠ مللي / لتر	ـــــــ	ـــــــ
غير عضوي (مؤثر علي الصحة) :			
زرنيخ			
كادميوم	مج/لتر	٠,٠٥	٠,٠٥
سيانيد	مج/لتر	٠,٠١	٠,٠٠٥
فلورايد	مج/لتر	٠,٠٥	٠,١
رصاص	مج/لتر	٠,٨	١,٥
زئبق	مج/لتر	٠,١	٠,٠٥
نترات(N)	مج/لتر	٠,٠٠١	٠,٠٠١
	مج/لتر	٤٥	١٠
صفة شكلية (ليس لها تأثير خاص علي الصحة) :			
كلوريدات	مج/لتر	٦٠٠	٢٥٠
كلوروفينول	مج/لتر	٠,٠٠٢	لم تحدد قيمة
لون (TUC)	مج/لتر	٥٠	١٥
نحاس	مج/لتر	١,٥	١

عسر كلي مثل ($Ca CO_3$)	مج/لتر	٥٠٠	٥٠٠
حديد	مج/لتر	١	٠,٣
منجنيز	مج/لتر	٠,٥	٠,١
الرقم الهيدروجيني (pH)	مج/لتر	٦,٥-٩,٢	٦,٥-٨,٥
الطعم / الرائحة	-	مقبولة	غير كريهة
مجموع الجوامد المذابة	مج/لتر	١٥٠٠	١٠٠٠
العكاره	معيار جاكسون	-	٥
مياه آبار		٢٥	-
مياه مرشحة		٥	-
زنك	مج/لتر	١٥	٥
الأملاح الذائبة	مج/لتر	١٥٠٠	١٠٠٠
الكالسيوم	مج/لتر	٢٠٠	لم تذكر
الماغنسيوم	مج/لتر	١٥٠	لم تذكر
كبريتات	مج/لتر	٤٠٠	٤٠٠

التكنولوجيات المختلفة لمعالجة المياه الجوفية :

١ - الطلمبات اليدوية العميقة بأنواعها **Hand Pumps Deep Well**:

تصلح هذه الطلمبات للمجتمعات الصغيرة (حتى ١٠٠٠ فرد) وبحيث تكون المياه الجوفية المستخرجة صالحة مباشرة للشرب .

تعتبر المياه الجوفية الأرخص و الأجود والمتاحة لمجتمعات القرية المصرية ، وتتميز بما يلي :

١ - لا تحتاج إلى معالجة إلا في حالة وجود عسر بالمياه ، مما يوفر في اقتصاديات المشروع .

٢ - سهولة الـــتنفيذ والـــتشغيل الصيانة.

٣ - درجة الحرارة منتظمة طوال العام .

٤ - لا تتأثر بحالات الجفاف التي قد تحدث في أي مكان .

٥ - المياه الجوفية بعيده عن أي من مصادر التلوث (الـــتلوث البكتيري والـــتلوث الكيماوي) ، وتظهر أهميتها وقت الحروب.

ونظرا لأن بعض القرى المصرية يكون تعدادها بضعه آلاف ، بينما توجد بعض القرى الصغيرة أو التجمعات والتي يصل تعـــدادها إلى بـــضع مئات , **Remote Satellites** فأنه من الطبيعي اختلاف الـــتكنولوجيات الصالحة و المناسبة لكل حالة ، فنجد أنه للقريـــة الـــتي يسكنها بضعه آلاف يمكن أختيارالـــتكنولوجيات المتاحة مثل المحطات المدمجة ، بينما للقرية الصغيرة الـــتي يسكنها بضع مئات مـــن الأفـــراد يمكن أن نحصل علي المياه الصالحة للشرب عن طريق الطلمبات اليدوية العميقة أو المحطات النقالى الـــتي تصل إلى القرية كـــل فتـــرة زمنيـــة محسوبة لعمل التنقية اللازمة لكمية كبيرة من المياه يتم تخزينها بالخزانات. كما يناسب هذه الأنظمة القرى البدوية المتناثرة بالـــصحراء حيـــث تكون هناك استحالة تنفيذ محطات معالجة المياه الـــتي تتطلب تقنيات عالية كما تتطلب استثمارات باهظة ، أضافة لمتطلبات الطاقة والعمالـــة الفنية اللازمة للـــتشغيل.

ومما يجدر ذكره أن الطلمبات المصرية (الكارجه والهباشيا) ، لا تصلح لهذه النوعية من التغذية بالمياه النقية بكفاءة فضلا عن عـــدم مطابقتـــها للمواصفات . وقد أوصى اليونيسيف باستخدام ١٢نوعية من هذه الطلمبات بعد عدة دراسات علي نوعياتها علي المستوى العالمي . ولعل من أشهر هذه الأنواع هو النوع الهندي **Indian Mark ١١** والذي بدأ استخدامه بكفاءة في بعض القرى في صعيد مصر . تخـــدم هـــذه الطلمبة ٥٠ فرد (شاملة استهلاك الحيوانات والطيور٠٠٠) ، حيث أن إنتاجها يصل إلى ٢٠لـــتر / دقيقة.

يشترط لنجاح إمداد المياه بواسطة الطلمبات ما يلي :

١ – اختيار مواقع مناسبة في البلدة ، والـــتي يمكن أن تخدم أعدادا من الأفراد ، وأن تكون الطلمبة بعيـــدة عـــن أمـــاكن الـــــتلوث البكتيري أو الكيماوي .

٢ – منع مصادر التلوث من سطح الأرض بالعناية الفائقة بنطاقة وتشغيل الطلمبة .

٣ – أن يتم أخذ عينات من المياه لـــتحليلها بصفة دورية بالمراكز الصحية .

تتكون هذه الطلمبة من جزأين :

١ – ويتكون من رأس الطلمبه واليد.

٢ – الجزء السفلي (أسفل سطح الأرض) :

و يتكون من أسطوانة السحب والتي تكون علي عمق ٤٠ متر تقريبا وداخل البئر . يتصل الجزء العلوي مع السفلي بواسطة قـــضيب مـــن الحديد قطره ٢/١" وكذلك ماسورة السحب بقطر ١,٥" – شكل (٢) .

مميزات الطلمبات الهندية:

١ – يمكن للطلمبة سحب المياه من عمق حتى ٦٠ متر.

٢ – لا تحتاج إلى تحضير.

٣ – قليلة الصيانة وتتحمل ظروف الـــتشغيل القاسية.

٤ – الجزء الأعلى بها معزول لمنع أي تلوث سطحي من الدخول لماسورة الطلمبة.

٥ – رخص الـــتكاليف.

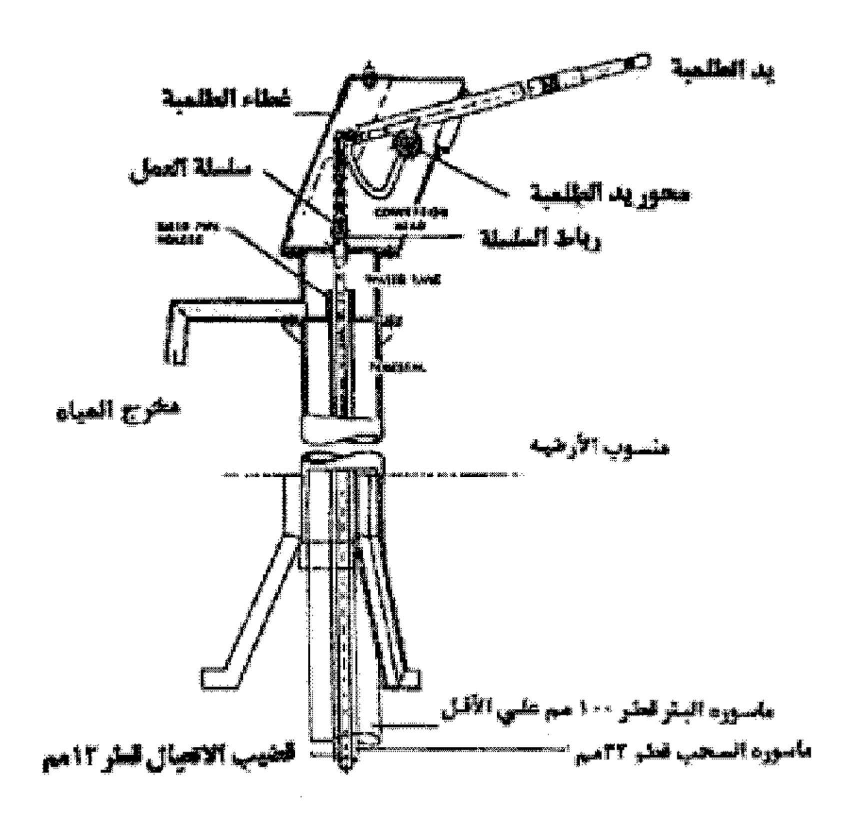
٦ – تنتج مياه مقدارها ٢٠ لـــتر / دقيقة.

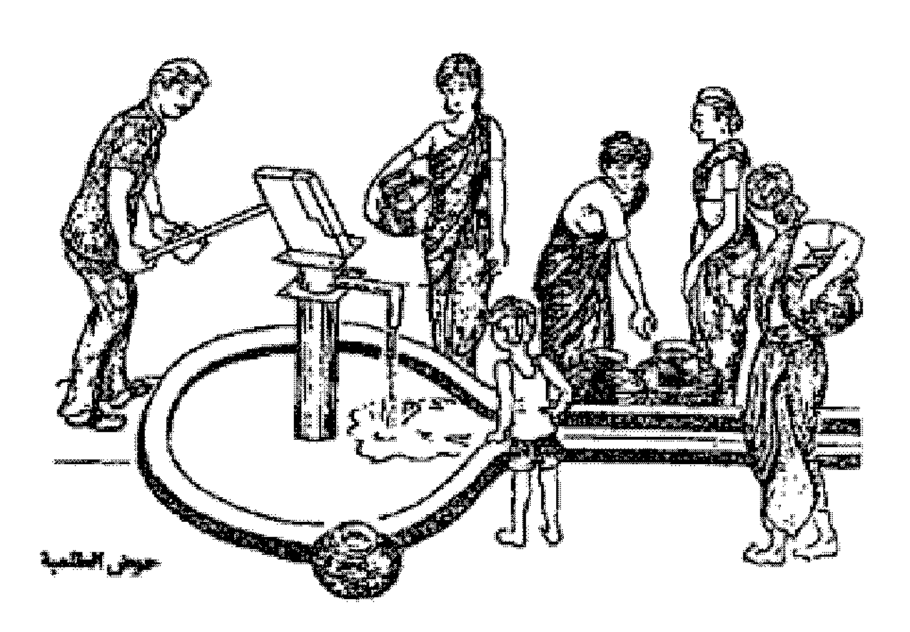
ملاحظة:

قام أحد الفنيين بإحدى القري بمصر بعمل تطوير هاما في الطلمبات الهندية ، وذلك بتركيب موتور كهربي علي الطلمبة لأدارتها بـــدلا مـــن تشغيلها يدويا . وقد نجحت التجربة تماما.

معدل الصيانة:

مرة واحدة إلى مرتين كل عام .



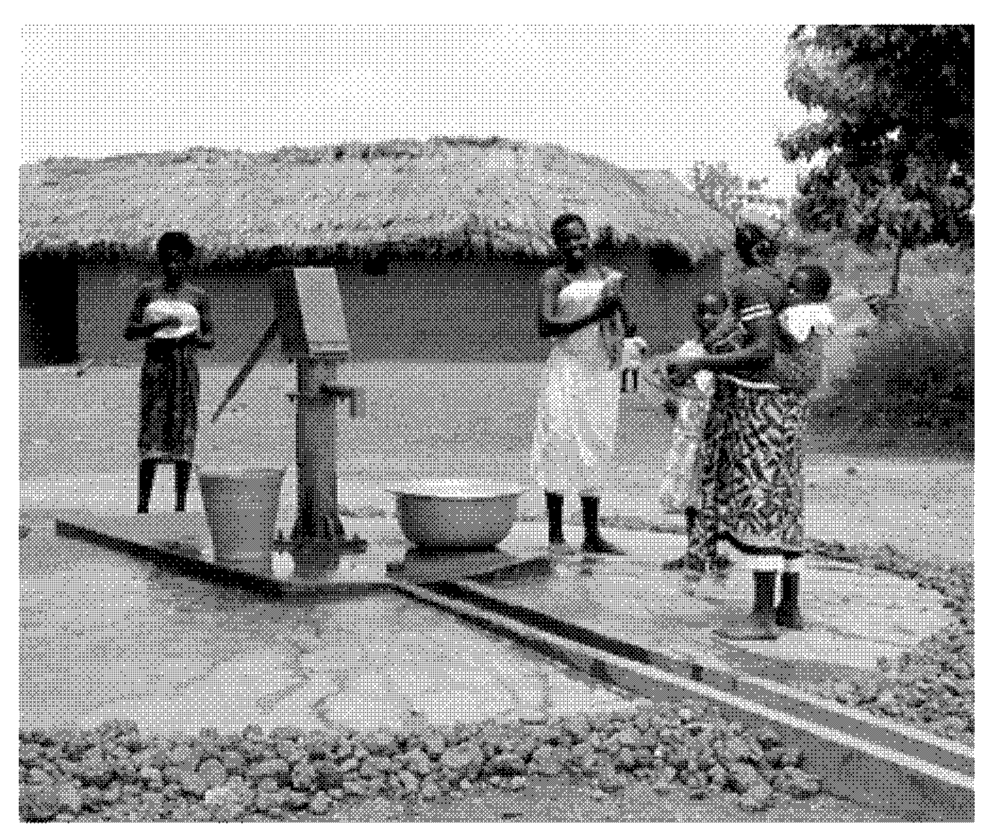


وصف البئر:

١ – قطر البئر = ٦".

٢ – عمق البئر = ٣٥– ٤٥ متر حتى الطبقة الحاملة للمياه.

٣ – ماسورة البئر من مادة بولي فينيل كلورايد المقاومة للصدأ والمثقبة ، مما يزيد في عمر البئر.



شكل (٢)

الطلمبة اليدوية الهندية

اشتراطات حماية البئر من الـــتلوث:

١ – يجب أن ترتفع ماسورة البئر مسافة ٥٠ سم عن سطح الأرض لمنع وقوع أي أتربة أو تلوث من الأرض .

٢ – صب فرشة خرسانية حول ماسورة البئر (٢م ×٢م) وبسمك ٥٠ سم .

٣ . تغليف ماسورة البئر في المسافة من فوق المصافي بمسافة ٥ أمتار وحتى سطح الأرض بغلاف من الخرسانة أو لباني الأسمنت لحماية البئر من الـــتلوث من أي مصدر خارجى مثل مطابق الصرف الصحي أو الـــترانشات أو خزانات الـــتحليل .

٤ - تكون المسافة بين البئر وأقرب مصدر للـــتلوث (ترانشات أو خزانات تحليل أو مصارف زراعية) كما يلي :

** ١٥ متر علي الأقل إذا كان موقع بئر المياه فوق اتجاه سريان المياه بالنسبة لخزانات الـــــتحليل **Up Stream Of Septic Tanks**.

** ٥٠ متر علي الأقل في الأراضي الرملية .

** ٣٠ متر في الأراضي الطينية.

** ١٠٠متر في حالة الـــتلوث الكيماوي .

٥ – حماية فوهة البئر بغطاء محكم ، ويفضل إذا كانت داخل غرفة يتم غلقها بعد إنهاء العمل .

٦ – يجب بناء حوض للطلمبة مع مجرى تصريف للمياه الزائدة إلى أقرب مصرف .

تعقيم الآبار الجوفية:

بعد إنهاء أنشاء البئر ، يجب تعقيم المياه قبل أخذ العينات وذلك باستخدام مادة كلورور الجير قوة ٢٥%.

خطوات تعقيم البئر كما يلي:

١ – يمزج ٦٠ جم من مسحوق كلورور الجير قوه ٢٥% في ٢٠ لـتر من المياه لكل ٤٠٠ لـترمن المياه داخل الماسورة . يـتم تحـضير هذه المادة بإضافة كميه قليلة من المياه إلى كمية كلوروراجير مع الـتقليب حتى تصبح عجينة . تضاف إليها كمية المياه بواقـع ٢٠ لـتر / ٤٠٠ لتر من الماء في الماسورة مع الـتقليب بهدوء لمده ١٠– ١٥ دقيقة ثم يترك ليرسب . يؤخذ السائل المحتـوى علـي الكلـور الفعـال لاستعماله في الـتعقيم.

٢ – يضاف السائل الناتج من الخطوة الأولى إلى المياه الموجودة بالماسورة ويترك لمده ٤٨ ساعة مع أدارة الطلمبة بهدوء ثم بحركـة عكـسية بدون إخراج المياه مما يتيح المزج السليم للسائل مع المياه . تكرر هذه الخطوة عدة مرات . بعد ٤٨ ساعة ، يتم تـدوير الطلمبـة بـشكل متواصل لإخراج المياه الموجودة داخل ماسورة البئر حتى يزول كل أثر للكلور.

تؤخذ العينات كما يلي:

١ – العينة الأولي بعد ٢٤ ساعة أدارة مستمرة من انتهاء فتره الـتعقيم وتفريغ الماسورة.

٢ – العينة الثانية بعد أدارة ٢٤ ساعة من العينة الأولى .

٣ – العينة الثالثة بعد أدارة ٢٤ ساعة من العينة الثانية .

٣ – الطلمبات العميقة التي تعتمد علي طاقة الرياح :

يعتمد هذا النوع من الطلمبات علي طاقه الرياح – شكل (٣) ، وهي طاقه نظيفة ومتجددة ورخيصة . يكثر استعمال هـذا النـوع مـن الطلمبات في القرى البدوية بالساحل الشمالي لجمهورية مصر العربية .

يشترط لتشغيل هذه الطلمبات ما يأتي :

١ – هبوب الرياح بسرعة لا تقل عن ٨ كيلومتر / الساعة في أغلب الأوقات .

٢ – إنشاء خزان مجاور للطلمبة لتخزين المياه ، تكون سعة هذا الخزان = استهلاك الأفراد لمده ٣ أيام ، وذلك احتياطا من توقف الرياح .

٣ – عمل وصلة ميكانيكية للطلمبة تسمح بإدارتها يدويا في حالة توقف الرياح لمدد طويلة .

٤ – وجود مراوح الطلمبات في منطقة مكشوفة دون أي عوائق طبيعية مثل المباني أو الأشجار ، ويكون ارتفاع المروحة لا يقل عن ٥ متـر فوق أي عائق قريب .

الأرتفاع = ١٠,٥ متر .

عدد الريش = ١٥ ريشة .

قطر الجزء الدوار = ٣,٠٦ متر .

السرعة القصوي للمروحة = ١١٠ لفة / دقيقة .

القدرة = ٠,٣ – ٠,٤ حصان .

مية التصرف التقديرية عند سرعة واء = ٣,٦ م/ث ومنسوب رفع = ٢٠ متر = ٢٥ م٣ / ساعة .

وصف الطلمبة :

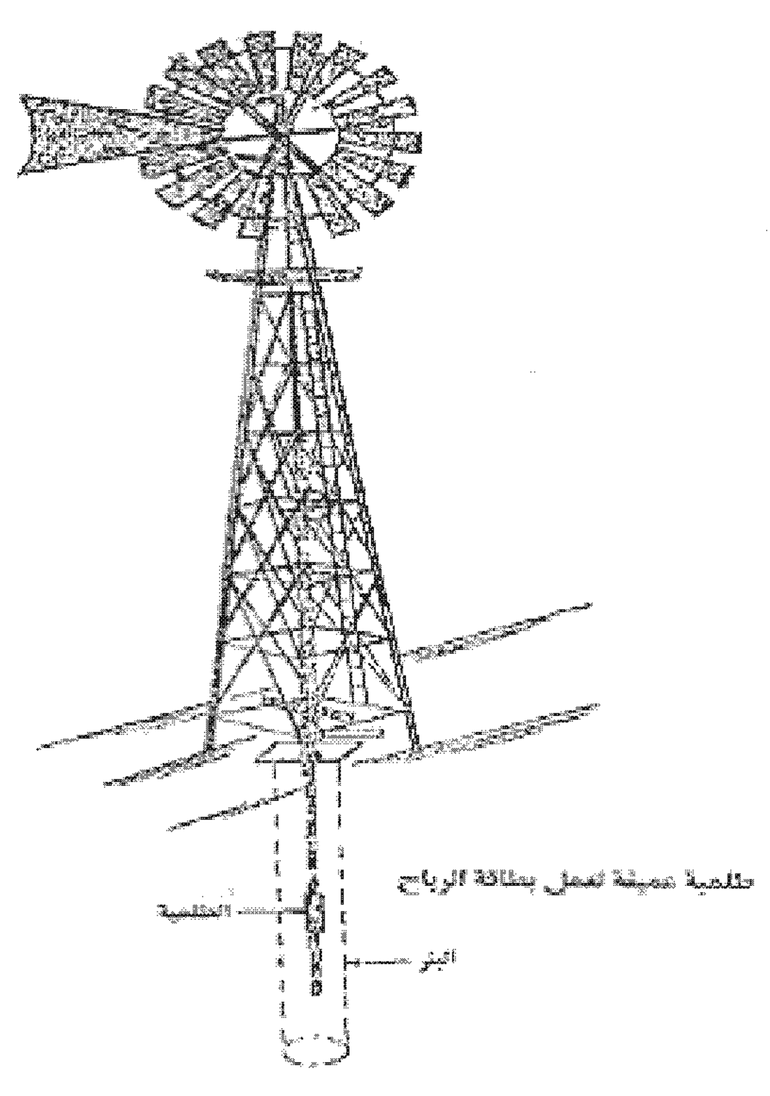
تستخدم الطلمبات الماصة الكابسة لاستخراج المياه الجوفية ، حيث تدخل المياه إلى ماسورة الكبس الصاعدة في كل من الـشوطين ، ولـذلك سميت مزدوجة . تتم هذه العملية بواسطة ٤ صمامات : اثنان للمص واثنان للكبس ، يتحرك بينهما المكبس وذلك لضمان تصرف الطلمبـة بشكل مستمر بدون انقطاع .

٣ – الآبار السطحية المحفورة Shallow Dug Wells :

تعتمد بعض المجتمعات الصغيرة – خاصة المجتمعات الصحراوية – علي الحصول علي المياه اللازمة للاستهلاك ، من آبار محفورة بـــالأرض . تعتبر هذه الآبار وسيلة جيده للحصول علي المياه الصالحة للشرب . إلا أنه يجب التأكد من تطابق المواصـــفات الـــصحية هـــذه الميـــاه مـــع اشتراطات وزارة الصحة قبل استخدامها .كما تجدر الأشارة إلى أهمية اختيار موقع البئر وبعده عن مصادر التلوث ، و كـــذلك حمايتـــه مـــن التلوث السطحي .

أنشاء البئر :

يحفر البئر بقطر لا يقل عن ١,٢متر ، وقد يصل القطر إلى ٣ أمتار إذا كان مخصصا لاستهلاك أعداد أكثر . عمق البئر في حدود ١٥ متـــر حسب الوصول إلى الطبقة الحاملة للمياه . تبطن جدران البئر ببطانة من الخرسانة أو قطع المواسير وبحيث يصل إلى أوطى من منسوب الميـــاه الأرضية بمسافة كافية– شكل (٤) .



شكل (٣) الطلمبات العملة بطاقة الرياح

ينفذ البئر بطريقة التغويص حسب الخطوات التالية :

١ – الحفر المكشوف في موقع البئر لعمق ٢ متر ، توضع السكينة القاطعة **Cutting Edge** بالقطر المطلوب (قطر البئر) ، والتي تسمى (الخنزيرة) مع ضبط أفقيتها تماما – يفضل أن تكون السكينة المذكورة من الحديد ليسهل بها اختراق طبقات الأرض .

٢ – يبنى علي الخنزيرة صفوف من مداميك من الأحجار أو الطوب (يبني مدماك مغذي بالمونة والتالي له بدون مونه) ، حيث تسمح الفراغات الموجودة بين مداميك الدبش بالسماح للمياه بالتجمع داخل البئر . تجرى عملية الحفر واستخراج التربة من داخل البئر ، مما يؤدى إلي نزول حوائط البئر إلى أسفل حتى نصل إلى العمق المطلوب. يراعى أن يكون الحفر منتظما حتى تنزل حوائط البئر بانتظام .

٣ – يبنى آخر ٣ أمتار من الجزء العلوي للبئر من الخرسانة أو المباني بالمونه ليكون هذا الجزء غير منفذ للمياه ، لمنع دخول المياه السطحية الملوثة إلى داخل البئر . يراعى أن تكون المباني أعلى من منسوب الأرض الطبيعية بمقدار ٥٠ سم .

٤ – تعمل أرضية حول فوهة البئر لمسافة ٢ متر علي الأقل من كل الاتجاهات.

٥ – ينشأ سقف مناسب من الخرسانة المسلحة للبئر مع عمل فتحة مناسبة بقطر ٧٥ سم لنزول الأفراد في حالة الحاجة إلى تنظيف وصيانة البئر .

٦ – تركب طلمبة يدوية ذاتية التحضير علي البئر لسحب المياه حسب الحاجة ، مع ضرورة عزل مكان دخولها بالسقف.

٧ – يفضل أنشاء مأوي للبئر والطلمبة للحفاظ عليه واستخدامه بواسطة شخص مسئول .

ملاحظة :

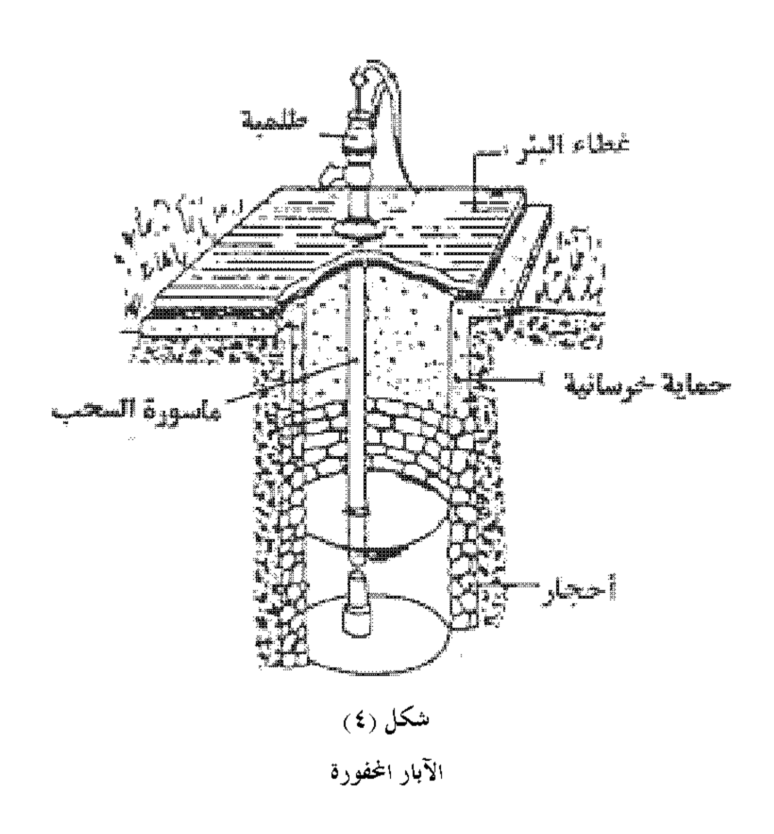
في حالة أنشاء البئر في الأرض الرملية ، يتم تبطين البئر كاملا بدون ترك فتحات في حوائط المباني لنزول المياه ، علي أن يسمح للمياه بالدخول من أسفل البئر ، وفي هذه الحالة ، يتم وضع طبقة من الزلط المتدرج بسمك ١٥ سم علي أرضية البئر ليمكن سحب المياه بدون حدوث فوارات في الأرضية .

اشتراطات وقاية البئر من التلوث :

١ – عدم السماح لأي فرد بالحصول علي المياه عن طريق الدلو ، حيث أن ذلك يتسبب في التلوث المباشر ، وإنما يكون عن طريق تركيب طلمبة يدوية (يفضل الطلمبه ذاتية التحضير) ، لرفع المياه وعزل مكان دخولها مع سطح البئر .

٢ – ينشأ البئر بعيدا عن أي مصادر للتلوث خاصة خزانات الصرف الصحي والمصارف الزراعية ، ويكون بعيدا عنها مسافة كافية لدرء مشاكل التلوث .

٣ – ينشأ مأوى للبئر للحفاظ عليه ويقوم بتشغيله مسئول مخصص لذلك من مجلس القرية .



شكل (٤)

الآبار المحفورة

تعقيم البئر :

يلزم تعقيم مياه البئر كل فتره مناسبة للحفاظ علي جودة المياه ، تجري عملية التعقيم كما يلي :

١ – ضخ مياه البئر لأقصى قدر ممكن ، ثم ينزل أحد الأفراد لعمل التنظيف اللازم و إزالة آية أوساخ أو طحالب من علي الحائط بواسطة الفرشاة السلك ورفعها إلى الخارج . يراعي عند نزول أي فرد إلى البئر أن يكون جيد التهوية وأن يتم فتحه فتره قبل نزول أي فرد خوفا من أحتمال وجود غازات ضاره تتسبب في أصابته .

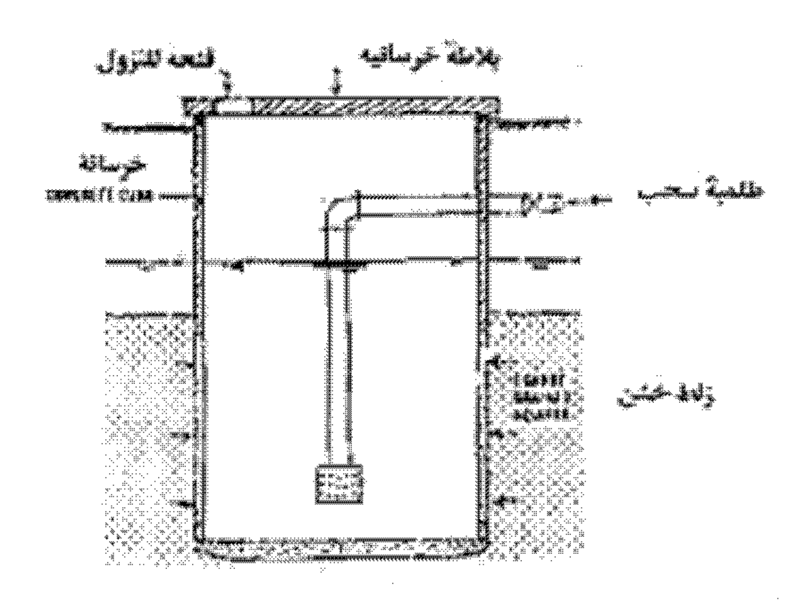
٢ – بعد انتهاء عملية التنظيف ، تعود المياه إلي المنسوب الأصلي لها . يتم أضافة مادة معقمة مثل كلورور الجير للمياه ، حيث تضاف مادة التعقيم إلى كمية من المياه وتوضع في أواني وتقلب جيدا ثم تضاف إلى ماء البئر .

٣ – بعد فترة زمنية (حوالي ساعة) ، يتم نزح المياه من داخل البئر وتصرف بعيدا عن مكان البئر . عند عودة المياه إلى البئر ثانية ، يكون البئر قد تم تعقيمه وتكون المياه صالحة للشرب.

ملاحظة :

في بعض الأحيان ، ينشأ بئر محفور بأبعاد أكبر ليتاح سحب المياه بمعدل أكبر ، و يمكن تزويد البئر في هذه الحالة بمضخة كهربائية (في حالة توافر مصدرا للطاقة) لسحب المياه من البئر إلى خزان أرضى لتخزين المياه لحين استهلاكها من الأفراد – شكل (٥) .

ويمكن الأعتماد علي مضخات تعمل بالطاقة الشمسية لاستخراج المياه الجوفية في حالة عدم وجود مصادر متاحة للطاقة



شكل (٥)

١. البئر المحفورة مزودة بطلمبة سحب

قياس تصرف البئر :

يمكن قياس تصرف البئر كما يلي :

١ – تعمل علامة علي جدار البئر بمنسوب المياه الطبيعي قبل الضخ .

٢ – يتم ضخ مياه البئر بواسطة طلمبة قوية حتى منسوب ما داخل البئر .

٣ – يتوقف الضخ ويتم احتساب الزمن اللازم لعودة المياه للمنسوب الأصلي .

٤ – يكون معدل دخول المياه إلى البئر مساويا لحجم المياه مقسوما علي الزمن اللازم لعودة المياه إلى وضعها الأصلي . أي أن تصرف البئر يكون :

$$Q = \pi D^{٢} H / ٤T$$

حيث :

Q = تصرف البئر (م٣/ ساعة)

D = قطر البئر (م).

H = الفرق بين منسوب المياه الأصلي والمنسوب النهائي بعد الضخ.

T= الزمن اللازم لعودة المياه إلى منسوبها الأصلي (ساعة).

٤ – الآبار المثقوبة : Board Wells :

طريقة تنفيذ البئر : تتبع الخطوات التالية :

١ – تعمل جسة في المكان المقترح للبئر وتقرير صلاحية المياه من حيث مطابقتها للشروط الصحية و أن الأنتاجية تكفي الأفراد المستهلكين . يتم تصميم البئر من البيانات المستخرج من الجسة من حيث عمق البئر – سمك الطبقة الحاملة للمياه – معامل نفاذيه التربة– قطر البئر – تصرف الطلمبة وقطرها والضاغط (Head) المطلوب لها.

٢ – يتم حفر البئر بواسطة بريمة **Auger** ، قطر البريمة يزيد ١٠ سم علي الأقل عن قطر البئر لترك فراغ مناسب لوضع مواد المرشح . يستمر الحفر حتى نصل إلى المنسوب المطلوب . يمكن أن ينفذ البئر يدويا في حاله الأعماق البسيطة ، أما في حاله الأعماق الكبيرة للبئر ، فيتم التنفيذ بالوسائل الميكانيكية .

٣ – يتم إنزال ماسورة البئر داخل ماسورة القيسون وتكون مسدودة ومثقبه من أسفل .طول الجزء المثقب = ٣/١ الطول الكلى ، و يجب أن يكون الجزء المثقب بكامله في الطبقة الحاملة للمياه يفضل أن تكون الماسورة من مادة بولي فينيل كلورايد **(PVC)** المقاومة للصدأ والتي تساعد علي زيادة عمر البئر .

٤ – يتم إنزال مواد المرشح حول ماسورة البئر وداخل ماسورة القيسون التي استخدمت في الحفر حتى أعلى الجزء المثقب بمسافة كافية (حوالي ١ متر) ، ويعمل المرشح المذكور علي منع حبيبات التربة من الدخول مع المياه إلى البئر .

٥ – يتم صب لباني أسمنت فوق طبقات المرشح بمسافة كافية (حوالي ١متر) ، لعمل سدادة محكمة تمنع نزول أي مياه سطحية إلى داخل البئر.

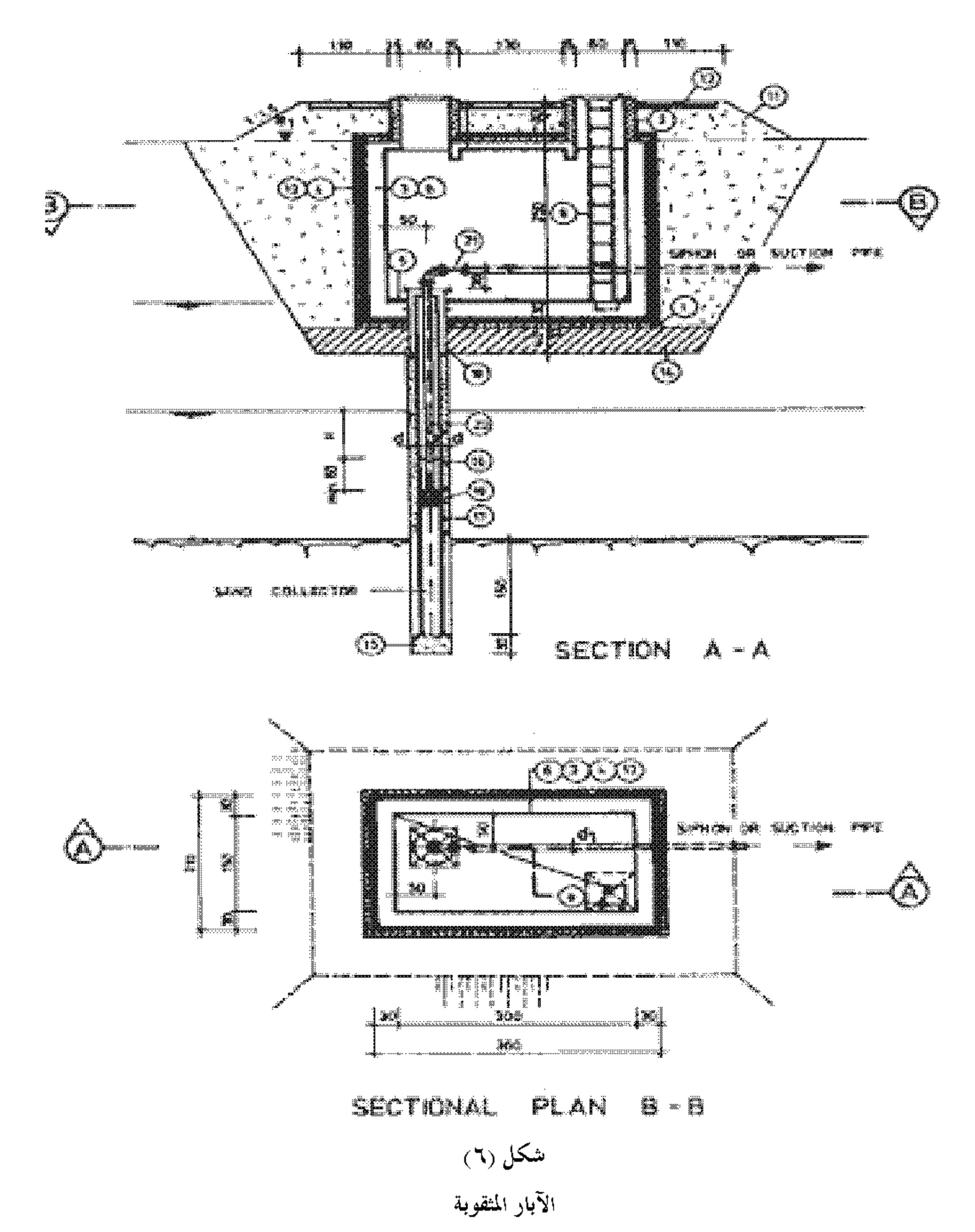
٦ – ترفع ماسورة القيسون .

٧ – تنزل الطلمبة داخل البئر وتركب جميع التوصيلات الكهربائية واللوحات والصمامات والعداد ، كما تنشأ غرفة محكمه فوق البئر لحمايته ولعدم استخدامه من أفراد غير مسئولين .

٨ – يتم ضخ المياه من البئر بواسطة الطلمبة إلى خزان أرضي ، يمكن السحب منه لتغطية الاحتياجات اليومية للأفراد والحيوانات . تفاصيل البئر شكل (٦) .

<u>ملاحظة :</u>

١ – يتراوح قطر البئر من ٦" إلى ٣٦" حسب كمية المياه المطلوبة وقطر الطلمبة .



شكل (٦)

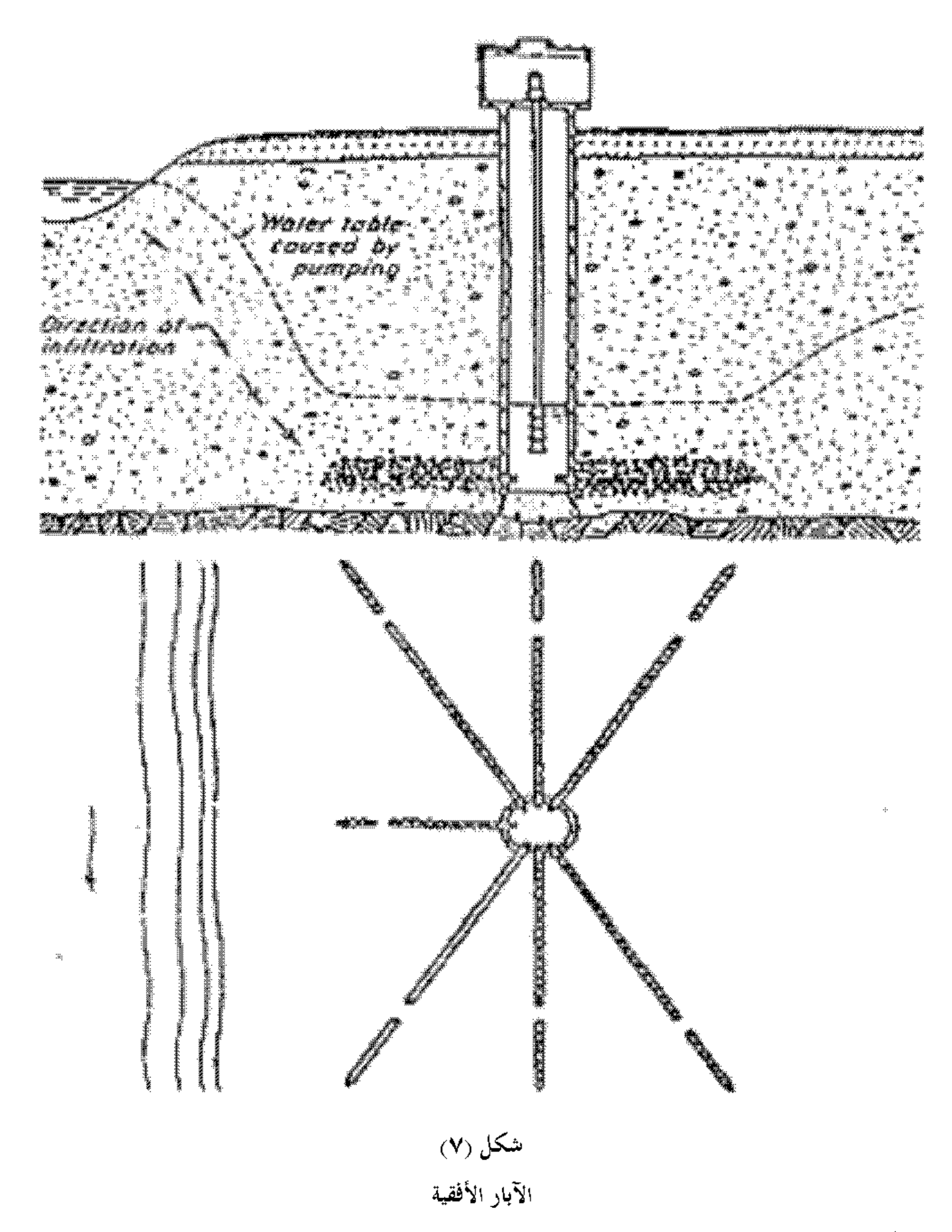
الآبار المثقوبة

٢ – يجب توافر الطاقة الكهربائية المناسبة لتشغيل الطلمبة من المنطقة ، كما يفضل أن يكون هناك مولد كهرباء احتياطي له نفس القدرة المطلوبة للطلمبة أو مجموعة الطلمبات للعمل وقت انقطاع التيار الكهربي .

٣ – يفضل تزويد ماسورة السحب للطلمبة ، بصمام قاع وشبكة لمنع نزول المياه أثناء توقف الطلمبة ، وليمكن أعادة تشغيل الطلمبة بدون تحضير .

٥ – الآبار ذات المددادات الأفقية Horizontal Wells :

تنشأ هذه الآبار عند جوانب الجبال والمرتفعات ، وهي عبارة عن عده خنادق أفقية موزعة في اتجاه بئر مركزي . تتجمع المياه من الخنادق وتصب المياه إلى البئر المركزي ، حيث يمكن سحب المياه أو ضخها للاستهلاك الآدمي . يتراوح قطر البئر المركزي بين ٤ – ٦ متر وينفذ بنفس طريقة البئر المحفورة السابق ذكرها – (طريقة التغويص) ، يتم أنشاء مدادات أفقية (خطوط مواسير) يمكن أن يصل عددها إلى ١٢ مدادا بطول حوالي ٥٠ مترا وقطر ٤ بوصة . هذه المواسير مثقبة للسماح بدخول المياه أليها ثم صرفها إلى البئر المركزي – شكل (٧).



شكل (٧)
الآبار الأفقية

<u>خطوات أنشاء البئر :</u>

ينشأ البئر في أوطي نقطة بالنسبة للمدادات وتكون أرضيته صماء ، وينشأ البئر أولا قبل أتشاء المدادات . خطوات تنفيذ البئر كما يلي :

١ – الحفر في موقع البئر إلى عمق بداية المياه السطحية .

٢ – ينفذ الإطار المعدني (الخنزيرة) بقطر البئر والذي سوف ترتكز عليه حوائط البئر لتسهيل اختراق التربة ، ثم تعمل الشدة الخشبية الداخلية للحوائط .

٣ – يتم وضع التسليح المطلوب للحوائط ثم تستكمل النجارة من الخارج .

٤ – يتم صب الخرسانة المسلحة ، حطة حطة ، حتى نصل إلى ارتفاع مناسب للحائط وليكن ١٠ أمتار .

٥ – يبدأ تغويص البئر باستخراج الأتربة من داخله بشكل مستمر بينما يغوص جسم البئر حتى آخر ارتفاع الحائط الخرسانة .

٦ – يتم تعلية الحوائط الخرسانية مرة أخري وتكرر عمليه التغويص حتى نصل إلى المنسوب المطلوب .

٧ – يتم صب الخرسانات العادية لأرضيه البئر (أسفل منسوب المياه) ، يجب أن تقاوم خرسانة الأرضية قوى الدفع إلى أعلي ، وعلي ذلك ، يتم وضع قطاعات معدنية أو قضبان ديكوفيل مرتكزة علي فراغ دائري بالحائط **Recess** في الجزء العلوي لطبقة الخرسانة العادية لمقاومة قوى رفع المياه من أسفل إلي أعلى **Uplift** .

٨ – بعد فترة كافية (١٤ يوم) ، حيث تكون الخرسانة قد تصلبت ، يتم نزح المياه من داخل البيارة .

٩ – يتم رص حديد تسليح أرضية البيارة مع فرد أشاير التسليح من داخل الحائط لزيادة التماسك بين الأرضية والحائط ثم.تصب أرضية البيارة .

١٠ – يتم عمل بياض أسمنتي داخلي للبيارة ثم تدهن من الداخل بدهانات مقاومة للرشح .

١١ – ينشأ سقف للبئر من الخرسانة المسلحة مع ترك فتحه بقطر ٧٥ سم مناسبة لنزول فرد الصيانة لعمل الصيانة اللازمة للبئر .

١٢ – تركب الطلمبة مع عمل كافة التوصيلات والتجهيزات اللازمة لها .

١٣ – يعمل مأوى للطلمبة لحمايتها وحماية البئر من التلوث .

ملاحظات :

١ – تترك فتحات في حائط البيارة مكان دخول المدادات . تسد هذه الفتحات أثناء التغويص بالطوب وتفتح عند توصيل المداد بالبئر .

٢ – يتم توصيل مصدر كهرباء لتشغيل طلمبة البئر بالقدرة المطلوبة ، مع وجوب توفير مصدر آخر احتياطي (مولد كهرباء ديزل) له نفس القدرة لتشغيل البئر وقت انقطاع التيار الكهربي .

تنشأ هذه المدادات حسب الخطوات التالية :

١ – تحديد محاور المدادات ، ثم نبدأ الحفر علي المحاور المحددة حتى الوصول إلى المنسوب المطلوب ، يمكن استخدام شدات خشبية لصلب جوانب الحفر .

٢ – يتم وضع فرشة من الزلط المتدرج والذي يعمل كمرشح للمياه الداخلة إلى المواسير الأفقية .

٣ – تنشأ المواسير بميل بسيط بحيث تتجة المياه المتجمعة داخل المواسير إلى البئر مباشرة . تورد المواسير من الفخار أو البلاستيك ، بقطر ٤" ، مثقبة في جدرانها بالقطر المطلوب ، وأيضا ، بدون لحامات مونة عند الوصلات لإمكان تجميع المياه . يكون طول المداد من ٣٠– ١٠٠ متر .

٤ – تغطي هذه المواسير بعد تركيبها بنفس طبقات المرشح ، حيث تصبح الماسورة مغلفة بكاملها بالمرشح . تنتهي المدادات المذكورة عند البئر حيث تصب مياهها المتجمعة .

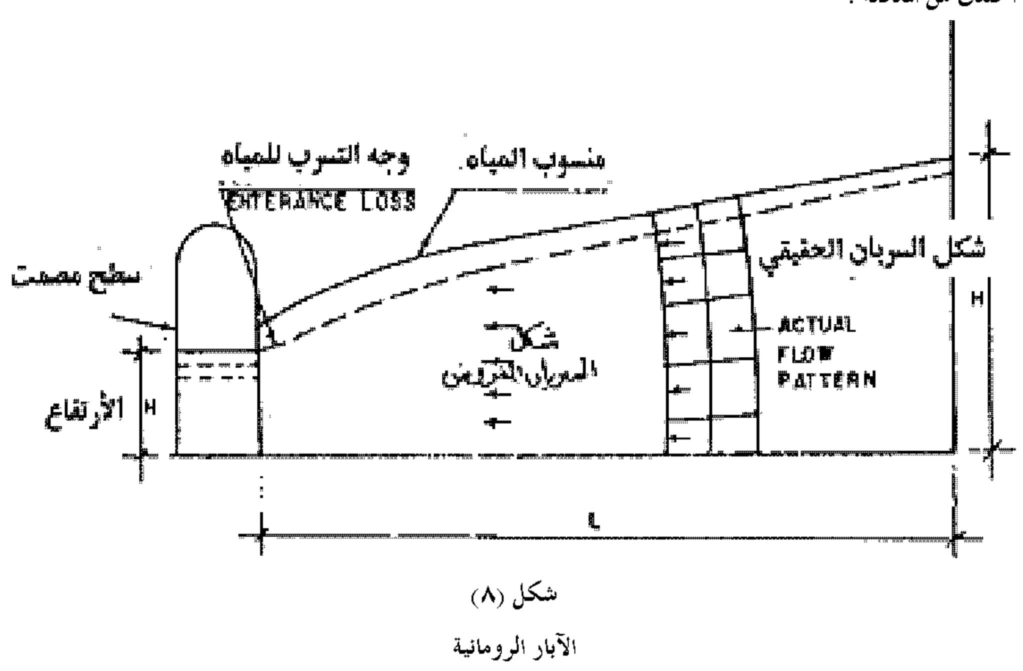
ملاحظة :

هناك إنشاءات أخرى لها نفس الفكرة ولكن بتطوير أكبر . ففي بعض الحالات يستعاض عن المدادات بأنفاق عرضها ٢/١ متر وعمقها ١ متر ، وتبنى من الطوب أو الدبش بدون مونة لإنتاج كميات أكبر من المياه .

٦ – الآبارالرومانية **Infiltration Galleries**:

وهي عبارة عن أنفاق طوليه تنشأ في الطبقات المنفذة للمياه بالقرب من سواحل البحار . وتكون أما في اتجاه سير المياه الجوفية أو تعترضها حتى يمكن تجميع المياه فيها . تنفذ بميول في الأرضية بسيطة لتتدفق المياه بالميل الطبيعي إلى بئر تجميع في نهاية الخندق يعمل كبياره تجميع للمياه ويركب عليه في بعض الأحيان طلمبه رفع مياه – شكل (٨) . ومن أقدم هذه الأمثلة ، أنفاق ترشيح بنيت من عهد الرومان في الصحراء الغربية والمسماة بالآبار الرومانية (بالقرب من مرسي مطروح) ، يبلغ طولها حوالي كيلومتر ويتراوح عرضها من ٧٠ – ١٨٠ سم وارتفاعها حوالي ٢ متر ، يرتفع منسوب قاعها ٣٠ سم عن سطح البحر.تتميز خنادق الترشيح عن الآبار بأنها تنشأ علي العمق الأمثل في الطبقات السطحية الحاملة للمياه . تنشأ خنادق الترشيح من مواسير مفتوحة الوصلات أو من مواسير مثقبه أو تكون من مباني من الحجارة (بدون مونه) . يتوقف اختيار مادة أنشاء الخندق علي عمق الخندق تحت سطح الأرض بالأضافه إلى التكاليف المتاحة للإنشاء .يراعي ترك فتحات في

الجدران للمساعدة علي تسرب المياه إلى الخندق مع تغطيه أعلي الخندق وحوله بطبقات من الدبش أو كسر الحجارة والرمال لتعمل كمرشح للمياه الداخلة وتنقيه من الشوائب وأزاله التلوث البكتريولوجي أن وجد علي النحو التالي :الطبقة الأولي من كسر حجارة مقاس ٣٨ مم .طبقه أخري تليها من كسر الأحجار مقاس ١٩–٣٨ مم .طبقه ثالثه من كسر الحجارة أيضا مقاس ٦ – ١٢ مم .طبقه من الرمل الخشن مقاس ١,٧ مم ثم طبقه أخيره من الرمل الناعم .تبلغ أبعاد قطاع الخندق في حدود ٢,٥ × ٢,٥ متر أو أكثر .يفضل أنشاء الخندق في اتجاه عمودي علي اتجاه سريان المياه السطحية – أي موازي للشاطئ.يمكن حساب معدل تصرف خنادق الترشيح عندما يكون التسرب من جهة واحدة من الخندق من المعادلة :



شكل (٨)

الآبار الرومانية

$$Q = KL (H^٢ - h^٢) / ٢R$$

حيث :

Q = التصرف (م٣/ يوم). K = معامل النفاذيه (م/ يوم). L = طول خندق الترشيح (م) H = عمق المياه في البداية (م). h= عمق المياه عند نقطة السحب (م) . R = نصف قطر دائرة التأثير.

وعندما يكون التسرب إلى الخندق من الجهتين ، تكون المعادلة :

$$Q = KL (H^٢ - h^٢) / R$$

٧ – الآبار العميقة المنتجة للمياه الجوفية الصالحة للشرب مباشرة:

تعتبر المياه المنتجة من الآبار الجوفية والتي تكون صالحه للشرب مباشرة بدون أي معالجة و المتطابقة مع الشروط والمواصفات الصحية ، أفضل المصادر وأقلها تكلفة . تم تطبيق هذه التكنولوجيا في قرى عديدة بالجمهورية ، لملائمتها للظروف البيئية من حيث تكلفة الإنشاء والتشغيل والصيانة . والتكلفة البسيطة لاستخراج المياه .تتلخص هذه الطريقة في دق بئر عميق إلي الطبقة الحاملة للمياه ، ثم تسحب المياه بطلمبة عميقة وترفعها إلى خزان عال لتخزين المياه ، ثم تقوم بتوزيع المياه من الخزان إلى الشبكة مباشرة .

خطوات الـــتنفيذ:

٧ – ١ – إنشاء البئر :

** يتم عمل الدراسات الميدانية لاختيار الموقع المناسب للبئر والذي يجب أن يكون بعيدا عن أي مصدر للـــتلوث وفي مكان مناسب بالبلدة.

** يتم عمل جسة عميقة لمعرفة طبقات الأرض وعمق المياه الجوفية وسمك الطبقة الحاملة للمياه ودرجة نفاذيتها وكميات المياه المتاحة للسحب الآمن للمياه من البئر – يتم عمل الـــتحاليل اللازمة للمياه لمعرفة مكوناتها ونسب الأملاح الذائبة بها ودرجة صلاحيتها وتواجـــد البكتيريـــا القولونية وعددها / ١٠٠ مل٠٠٠

** يتم تقدير الاستهلاك المناسب للسكان والماشية والطيور وكافة الاحتياجات المائية حتى يمكن تصميم البئر

** ينشأ البئر بنفس طريقة البئر المثقوب وبنفس مواصفاته .

** يراعي عمل غرفة مأوي للبئر للحفاظ علي الطلمبة ومنع تلوث البئر – شكل (٩) .

تراعى الشروط التالية عند أتشاء البئر:

** تطبيق الشروط الخاصة بحماية البئر من الـــتلوث أثناء الإنشاء أوالـــتشغيل.

** تعقيم البئر بعد إتمام الـــتنفيذ.

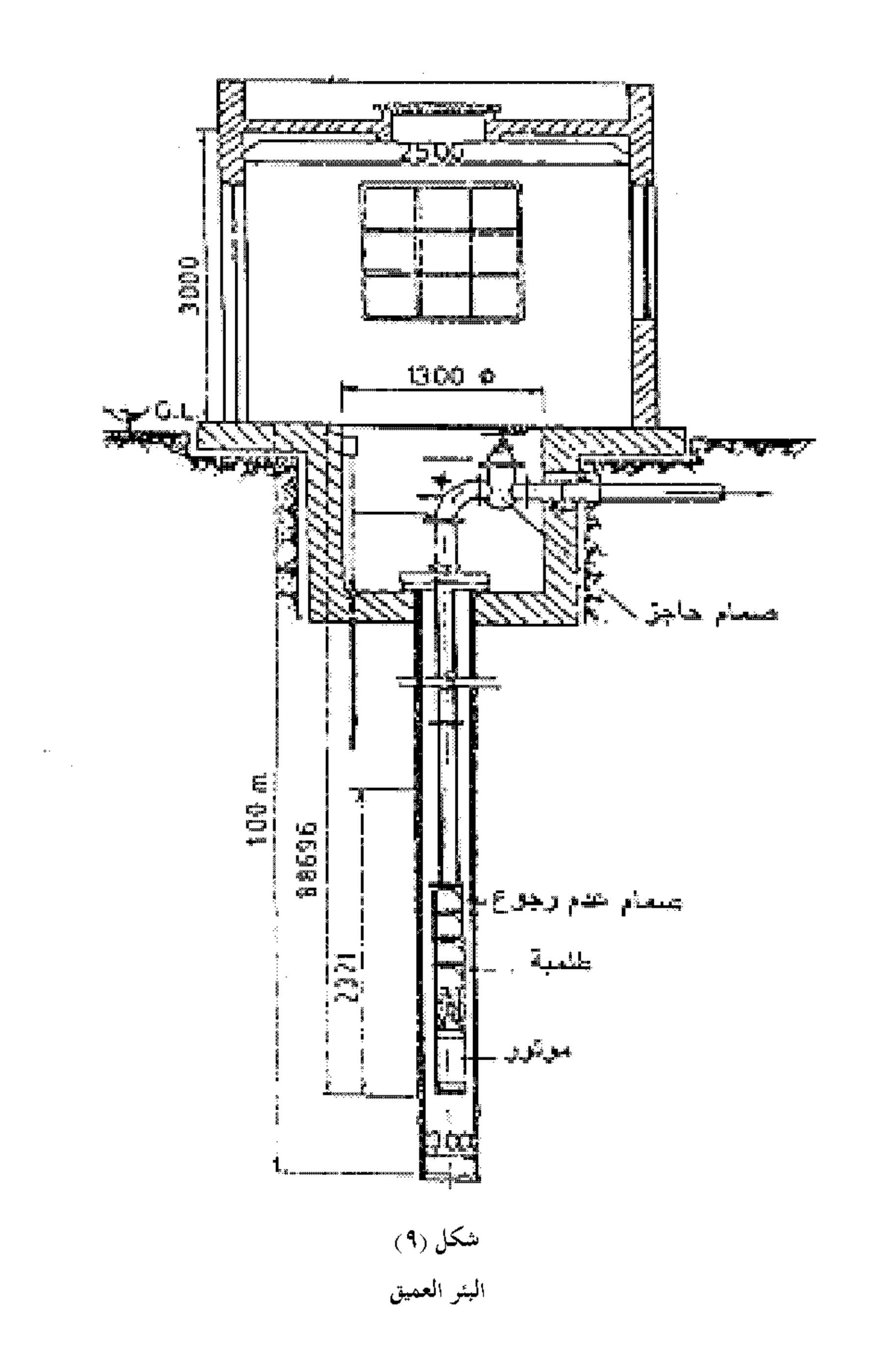
حساب تصرف البئر :

يحسب تصرف البئر من المعادلة :

$$Q = ٢ \pi K m / ٢,٣ (H^{٢}-h^{٢}) / Log\ R/r.$$

حيث :

Q = تصرف البئر (م٣/ث). K = معامل النفاذيه (متر / ث). m = سمك الطبقة الحاملة للمياه (متر). H = ارتفاع المياه من منسوبها الأصلي قبل الضخ حتى قاع البئر . h = ارتفاع المياه داخل البئر أثناء الضخ (متر) R = نصف قطر دائرة التأثير (متر). r = نصف قطر البئر (متر).



شكل (٩)
البئر العميق

٧ – ٢ – أنشاء الخزان العالي :

يصمم الخزان العالي طبقا للمعطيات التالية :

** الارتفاع فوق سطح الأرض :

حيث يتم تقدير أبعد نقطة في شبكة التوزيع و حساب الفواقد في خطوط المياه حتى هذه النقطة ، أضافة لارتفاع آخر مبني بالقرية والضاغط المطلوب لتحقيق تدفق آمن للمياه في هذه النقطة .

** السعة التخزينية اللازمة لتأمين استهلاك المياه طوال ٢٤ ساعة.

٧ – ٣ – أنشاء شبكه الـــتوزيع:

** تنشأ شبكة الـــتوزيع بحيث تخدم كل أطراف القرية ويتم العناية بالـــتنفيذ حتى لا يكون هناك فواقد في المياه

** تؤخذ عينات من المياه (بشكل دورى) من أطراف الشبكة وتحليلها في معامل وزاره الصحة للتأكد من نظافة المياه وصلاحيتها للاستهلاك الآدمي ، أيضا ، لقياس نسبة الكلور المتبقي والذي يجب ألا يقل عن ٠,١ ملجم / لتر لضمان خلو الشبكة من أي ملوثات .

٨ – الآبار الأرتوازية Artisan Wells:

هو بئر للمياه ، تخرج منه المياه تلقائيا تحت ضغط و بدون حفر أو طلمبات ، حيث تكون المياه محبوسة بين طبقتين غير منفـــذتين للميـــاه – شكل (١٠) ويكون منسوب مياه الرشح أعلي من منسوب الأرض الطبيعية في هذه المنطقة ، تخرج المياه طبيعيا باندفاع مكونة بحيرة فـــوق مكان البئر . أما إذا كان منسوب مياه الرشح أوطي من منسوب الأرض ، فيتواجد البئر الارتوازى ولكن يتم استخراج المياه بالطلمبات .

ينقسم البئر الارتوازى إلى النوعين التاليين :

٨ – ١ – بئر ارتوازى متدفق Free Flowing Artisan well:

وفيه يكون منسوب مياه الرشح أعلي من فوهة البئر – شكل (١٠) ، لذلك تتكون شبه بحيرة فوق فوهة البئر . لاستغلال هذه المياه المتدفقـــة طبيعيا ، تنشأ بياره فوق فوهة البئر من مباني من الطوب أو الدبش ، تبني بحيث يكون مدماك مباني مغذي بالمونة ، بينما المدماك التـــالي يـــبني علي الناشف يتم تغويصها بعمق مناسب ويركب علي البئر طلمبة مياه لسحبها وقت الحاجة. يفرش علي أرضيه البئر ١٥ سم علي الأقل من الزلط المتدرج لمنع تفوير المياه .يفضل أنشاء مأوي للطلمبه وتغطيه البئر بشكل مناسب لمنع تلوثه بواسطة سقف من الخرسانة المسلحة ، بـــه فتحه مناسبة لنزول عامل الصيانة ، يزود بمصدر كهربي مناسب ثابت من المنطقة بقدره لا تقل عن حاجة الطلمبات ، بالأضـــافه إلى توريـــد مولد كهرباء احتياطي بقدره كافيه لتشغيل الطلمبة وقت انقطاع الكهرباء .تسحب مياه البئر أما بالطلمبات أو بالانحدار الطبيعي إلى خـــزان مجاور لتخزين المياه وقت الحاجة .

٨ – ٢ – بئر ارتوازى غير متدفق Non Free Flowing Artesian Well:

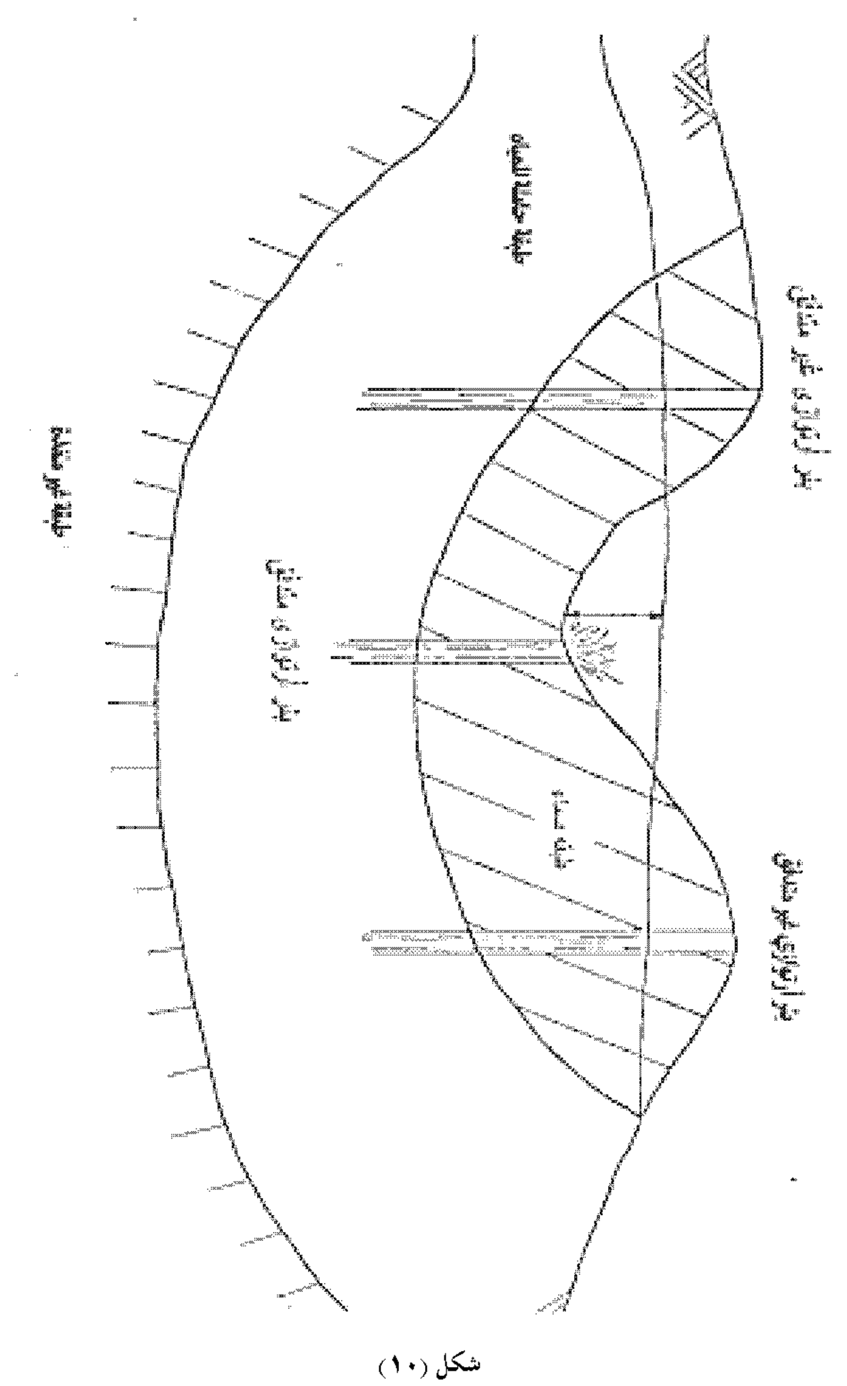
يكون منسوب المياه عند فوهة البئر أوطي من منسوب الأرض الطبيعية – شكل (١٠) تبني بياره من الدبش أو المباني فوق البئـــر علـــي أن يكون القاع أوطي من منسوب مياه الرشح بدرجه كافيه لإمكان استخراج المياه بشكل اقتصادي . يفرش طبقة من الـــزلط علـــي الأرضـــية بسمك لا يقل عن ١٥ سم لمنع فوران أرضية القاع .تغطي البيارةبسقف من الخرسانة المسلحة مع وجود فتحه للكشف .تركب طلمبة علـــي البئر لسحب المياه من البئر وطردها إلى خزان مجاور لتخزينها لحين طلبها .يراعي المواصفات الصحية للبئر وصلاحيته للاســـتهلاك الآدمـــي ، وإلا ، تجري عمليات معالجة المياه المطلوبة .يقاس تصرف البئر بنفس معادلات الآبار العادية بالمعادلة :

$$Q / km = ٢ \pi * ٢,٣ * (H-h) / Log R/r$$

حيث :

Q = معدل التصرف (م٣/ث). K = معامل النفاذية (م/ ث) H = الارتفاع الأصلي لمنسوب المياه قبل الضخ وقاع البئر (م) . h = ارتفاع المياه في البئر أثناء السحب (م). R = نصف قطر دائرة التأثير للبئر (م).

r = نصف قطر ماسورة البئر (م). m = ارتفاع الطبقة الحاملة للمياه (م).



شكل (١٠)

الآبار الأرتوازية المتدفقة والغير متدفقة

٩ – المياه المتدفقة من العيون والينابيع Springs :

تخرج مياه العيون والينابيع متدفقة طبيعيا من موقع ما علي سطح الأرض أوطى من منسوب المياه الجوفية بدون حفر – شكل (١١) ، ولأستغلال مياه العين بالشكل الأمثل ، يشترط ما يلي :

١ – يتم عمل منشأ خرساني دائري بدون قاع حول العين لحمايتها من التلوث .

٢ – وجوب تنظيم عملية سحب المياه حتى لا تستخدم العين الاستخدام السيئ لمنع التلوث .

٣ – يجب أن تتوافر المواصفات الصحية لمياه العين حتى يمكن استخدامها للشرب .

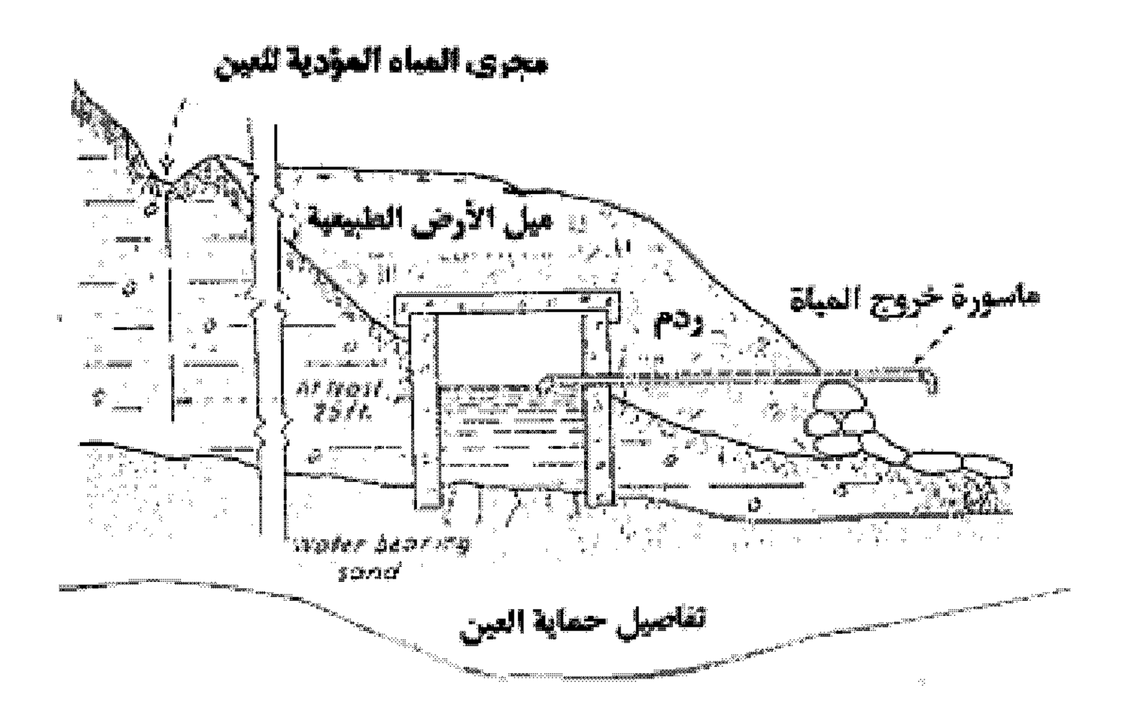
يجب حماية العين من التلوث باتباع الشروط التالية :

١ – منع أي مياه سطحية من الاختلاط بمياه العين ، خاصة مياه الأمطار ، حيث تجرف معها كل القاذورات من علي سطح الأرض ثم تصبه بالعين . يتم الاحتياط من هذه المشكلة بعمل قناة حول العين و تبعد عنها مسافة ٨ أمتار لتجميع مياه الأمطار المتدفقة وتحويلها إلى خارج حدود العين .

٢ – بناء حوض مناسب حول العين من الخرسانة الغير منفذه للمياه وأن يتم سحب المياه من العين بواسطة ماسورة لأغراض الاستهلاك الآدمي . يتم عمل بياض أسمنتي مانع للرشح للحوض ، ثم الدهان بدهان مقاوم للرشح .كما يمكن استقبال مياه العين إلى داخل خزان ، يصمم بحيث يكفى الاستهلاك المتوقع . يتم تركيب خطوط المواسير وصمامات للتحكم في المياه بالأضافة إلى الطلمبات لرفع المياه إلى الخزان .

٣ – أن تغطي بسقف مناسب لعدم دخول أي تلوث ، مع وجود فتحه كشف بالقطر المناسب لتمكين عامل الصيانة من النزول .

٤ – يفضل وجود مصدر كهرباء احتياطي بقدرة مناسبة ويكون قادرا علي تشغيل الطلمبة وقت انقطاع التيار الكهربي



شكل (١١)

حماية مياه العين

ب – المياه الجوفية التي تحتاج إلى معالجة (عسر الماء) :

الآبار العميقة المنتجة للمياه الجوفية التي تحتوى علي الحديد والمنجنيز :

تقديم :

وجدت آثار لقدماء المصريين بالواحات البحرية ، حيث مناجم الحديد ، عبارة عن مبان لقنوات متعرجة وقد أختلط بجدرالها أكاسيد الحديد والمنجنيز . وبالبحث والدراسة ، وجد أن القدماء أول من أكتشف ضرورة تهوية المياه الجوفية بتمريرها في ألقناة المتعرجة لأتاحه الفرصة لاختلاط الهواء بها وعمل التلامس اللازم لأكسده الحديد والمنجنيز الذائب وترسيبهما ثم التخلص منهما .

أهم الأملاح المسببة للعسر :

العناصر التي تسبب العسر المؤقت في المياه :

١ – الحديد .

٢ – المنجنيز .

٣ – بيكربونات الكالسيوم .

٤– بيكربونات الماغنسيوم .

العناصر التي تسبب العسر الدائم في المياه :

١ – كربونات الكالسيوم .

٢ – كربونات الماغنسيوم .

٣ – كبريتات الكالسيوم .

٤ – كبريتات الماغنسيوم

٥ – أملاح الحديد والألومنيوم نادرا ما تتواجد في الماء إلى الدرجة التي تسبب عسرا ملحوظا .

يقسم الماء بالنسبة لدرجة العسر إلى :

١– ماء يسر : وهو الذي يحتوى على الأملاح المذكورة بتركيز لا يزيد عن ٥٠ جزء / المليون .

٢ – ماء متوسط العسر : ويكون تركيز الأملاح به من ٥٠ – ١٥٠ جزء / المليون .

٣ – ماء عسر : ويكون تركيز الأملاح من ١٥٠– ٣٠٠ جزء/ مليون .

٤ – ماء شديد العسر : ويكون تركيز الأملاح به أكثر من ٣٠٠ جزء/ المليون .

الأضرار الناجمة عن وجود الحديد والمنجنيز في الماء .

يوجد عنصري الحديد والمنجنيز بصفة عامة في المياه السطحية والجوفية ولا توجد أي خطورة علي صحة الإنسان أو الحيوان ما دامت نسبة تركيز كل منهما لا تزيد عن ٠,٣ ملجم / لتر . إن عنصري الحديد والمنجنيز ليس لهما طبيعة سامة مباشرة بالنسبة لجسم الإنسان علي المدى القصير .

لكن مع طول فترة التعرض لهما ، فإنه يحدث تراكم متوالي داخل خلايا الجسم لهذين العنصرين إلى حد الخطورة ، حيث يؤثر علي طبيعة عمل الخلايا ذاتها . ونظرا للطبيعة التراكمية لهذه العناصر الثقيلة ، فإن وسائل الجسم الطبيعية (العرق والبول) غير قادرة علي التخلص من آثار تواجدها بالجسم . ولعنصري الحديد والمنجنيز آثار لونية شاذة وقوية ، فهي قادرة علي اكساب أي سطح معرض لها (مثل الأسنان – الملابس – الزجاج ٠٠٠) للون الأحمر الغامق ، وهو صعب في أزالته من علي هذه الأسطح . كما يسبب العسر الأضرار التالية :

١ – زيادة استهلاك الصابون ، حيث يقدر أن كل ارتفاع في عسر الماء قدره ١ جزء / مليون يتسبب في زيادة استهلاك الصابون بمقدار ١٠/١ كجم / متر مكعب من المياه المستعمل في الغسيل .

٢ – يسبب نقصا في متانة الأقمشة حوالي ٢٥% من عمرها الأصلي .

٣ – يتعارض عسر الماء مع عملية صباغة الأقمشة وتعليب الأطعمة .

٤ – لا يصلح لصناعات الورق والأقمشة .

٥ – تكوين قشور علي جدران الغلايات مما يسبب نقصا في كفاءها وقد يتسبب في انفجارها .

٦– يتسبب في أصابه الناس بأمراض الإسهال و الاضطرابات المعوية والتهابات الجلد.

الحديد :

يوجد عنصر الحديد في المياه الطبيعية علي عدة صور كيميائية هي :

** أيون حديدوز ثنائي الشحنة .

** أيون حديديك ثلاثي الشحنة .

** حديد عضوي متحد مع بعض المواد العضوية بالمياه .والحديد في الصورة الأولى والثالثة له قابليه عالية للذوبان في الماء وبالتالي فإهما مصدر أي أضرار تصيب جسم الإنسان . أما الصورة التي يكون فيها الحديد على صورة حديديك فإها غير ضاره بصحة الإنسان ولكنها مسئوله عن ترسيب الألوان والتصاقها بأي سطح يتعرض لها .يتواجد الحديد في الماء عن طريق ذوبان خاماته الطبيعية في المياه أو التآكل عن طريق البكتيريا (الهوائية أو اللاهوائية) لجدران مواسير الآبار .

المنجنيز :

يوجد عنصر المنجنيز في الماء علي ٣ صور كيميائية :

** أيون منجنيز ثنائي الشحنة الموجبة .

** أيون منجنيك رباعي الشحنة الموجبة .

** منجنيز عضوي متحد مع بعض المواد العضوية بالماء .والمنجنيز يماثل الحديد في آثاره ، فالمنجنيز في صورته الأولي والثالثة ذو قابلية عالية للذوبان في الماء بعكس أيون المنجنيك الرباعي .

الطرق المستخدمة لتنقية المياه المحتوية على عنصري الحديد والمنجنيز :

١ – أكسدة الحديد والمنجنيز باستخدام الهواء المضغوط :

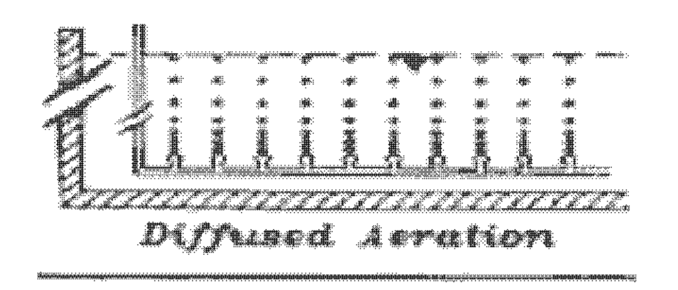
أن أفضل الطرق للتخلص من الحديد والمنجنيز هي الطرق التي تعتمد علي أكسدها إلى مركبات الهيدروكسيد $Fe(OH)_٣$ و $M_n(OH)_٤$. ينتج عن التفاعل تكون راسب جيلاتيني فور الأكسدة ، يمكن فصله بواسطة مرشح من الرمل الناعم .تعد طريقة الأكسدة باستخدام الهواء المضغوط ، أرخص هذه الطرق من ناحية التكلفة – شكل (١٢) ، إلا أن هناك عوامل تعوق هذه العملية البسيطة عن الأداء الأفضل ، هذه العوامل تتلخص فيما يلي :

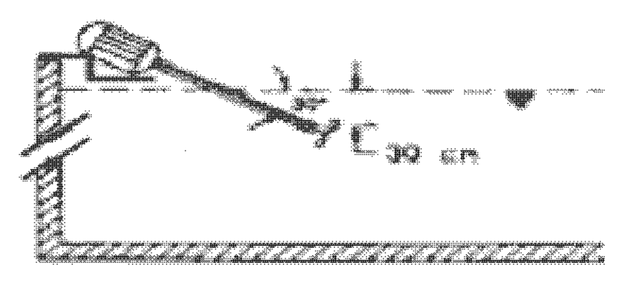
١ – ١ – وجود مركبات عضوية للحديد والمنجنيز يمنع الأكسدة البسيطة .

١ – ٢ – تواجد الحديد مع المنجنيز يمنع تأكسده في الوسط المتعادل ، ويجب أن تكون قيمة درجة التركيز الأيد روجيني PH تتراوح بين (٩,٥ – ٨,٥) .

١ – ٣ – يجب توفير سطح تلامس مناسب ومدة كافية للهواء والمياه الجاري معالجته .

١ – ٤ – ضرورة تأمين مصدرا للطاقة التي تشغل ضواغط الهواء .





شكل (١٢)

أزالة الحديد والمنجنيز بضغط الهواء

٢ – أزالة الحديد والمنجنيز بطرق أخرى ذات كفاءه عالية في المعالجة تعتمد أساسا علي الأكسدة الكيميائية السريعة :

٢ – ١ – أضافة برمنجنات البوتاسيوم :

وهي من طرق الأكسدة القوية ، وتتميز بسهولة الحصول عليها محليا بصوره نقيه ، أضافه لسهوله استخدامها وأضافتها . وهي أكثر الطرق اقتصادا ويمكن الاعتماد عليها تماما – شكل (١٣) . عند تفاعل برمنجنات البوتاسيوم مع عناصر الحديد والمنجنيز ، فإنها تؤكسد الحديد والمنجنيز في الماء إلى التكافؤ الأعلى (أكاسيد الحديديك والمنجنيك) ، ويصحب ذلك انطلاق لغاز ثاني أكسيد الكربون . تتفاعل هذه الأكاسيد مع الماء مكونة الهيدروكسيدات الثابتة للعنصرين ، وهيدروكسيد الحديد والمنجنيز يكون عبارة عن راسب جيلاتيني يتم فصله بواسطة فلتر من الرمل الناعم .ونظرا لأنه من الضروري أن تكون كمية برمنجنات البوتاسيوم كافيه لإتمام عملية الأكسدة كاملة ، لذلك فأنه من المعتاد أن تتوافر نسبة زائدة عن التفاعل ولا بد من أزالتها فورا ، لذلك ، يستخدم نوع من المبادلات الأيونية الطبيعية رخيصة الثمن ، ويجرى استعمال الزيوليت الذي له خاصية التبادل الأيوني ، وهو أخضر اللون وتتشابه حبيباته مع حبيبات الرمل الناعم ، لذلك يسمي تجاريا (الرمل الأخضر **Green Sand**) أو (سليكات صوديوم و ألومنيوم) ويتم تعبئتة وتشغيله تحت ضغط عال .

يتميز الرمل الأخضر بالمزايا التالية :

١ – القدرة علي امتصاص أي كميات زائدة من برمنجنات البوتاسيوم بعد إتمام عملية الأكسدة .

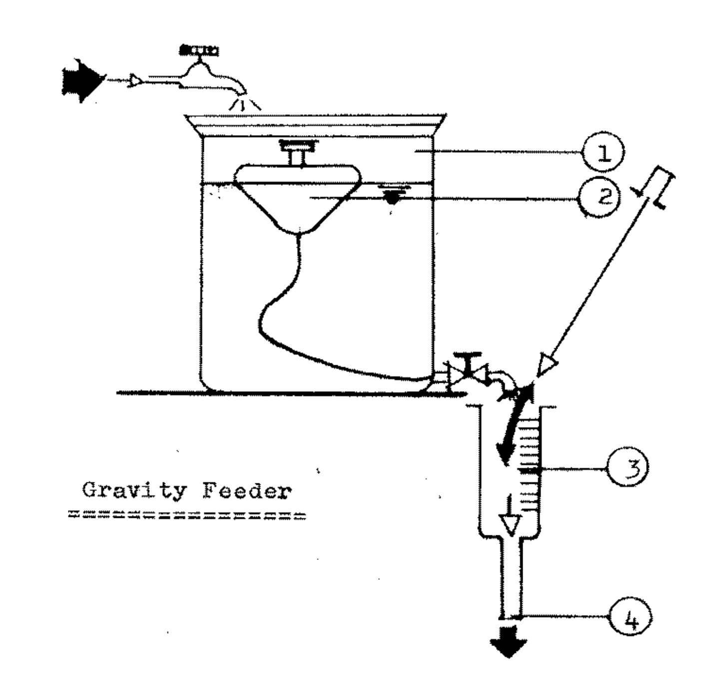
٢ – القدرة علي ترشيح الراسب الجيلاتيني المتكون نتيجة الأكسدة إلي هيدروكسيد الحديديك والمنجنيك ، وبالتالي فهو يعالج ويرشح في نفس الوقت .

٣ – يسهل تنشيطه مرة أخرى بواسطة عملية غسيل عكسي .

٤ – يساهم بقدر محدود في أزالة العسر من المياه .

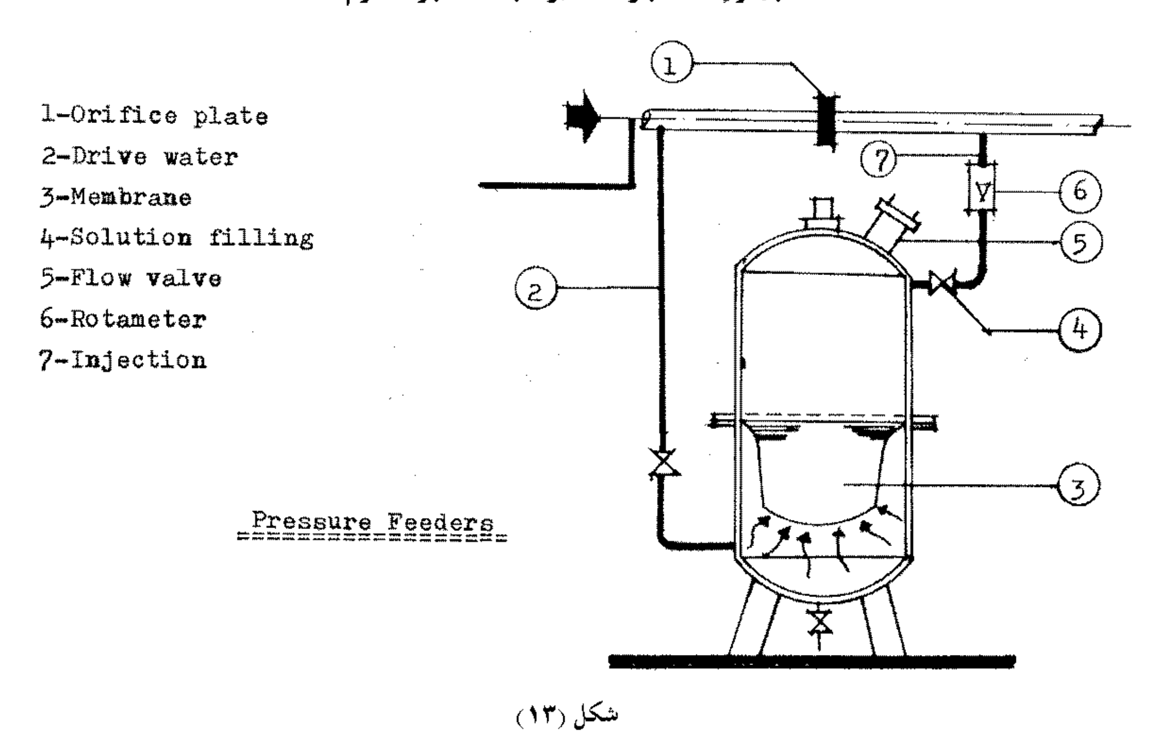
٥ – مدة استخدامه تصل إلى عدة سنوات من التشغيل المستمر .ويوجد حاليا نوع صناعي من الرمل الأخضر ، يفوق النوع الطبيعي عدة مرات في قدرته ، مما يجعل عمليه التخلص من الحديد والمنجنيز ذات كفاءه عالية .وهناك أيضا بعض الخطوات المساعدة لعملية الفصل التي يجب مراعاتها لرفع معدل الأداء ويمكن إيجازها كما يلي :

1-Dosing tank
2-Float
3-Gauging cylinder
4-Injection

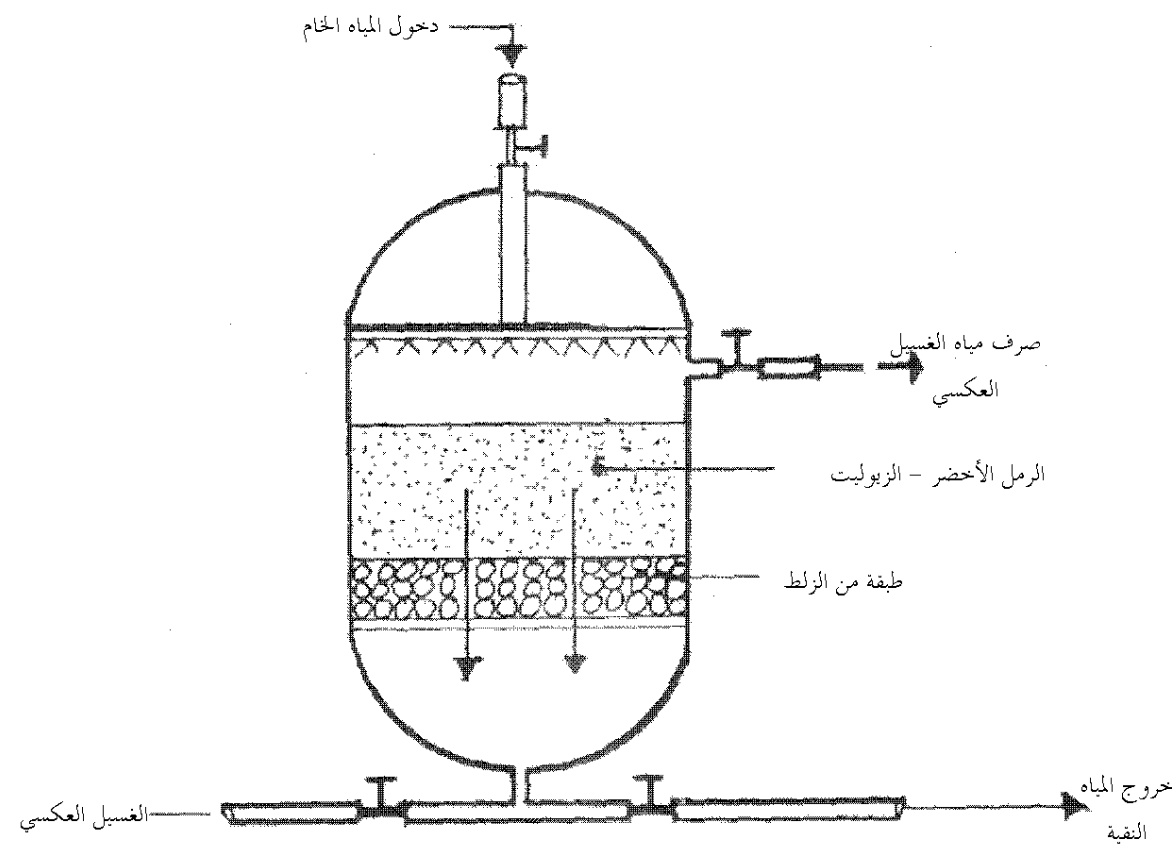


شكل (١٣)

جهاز إضافة جرعات برمنجنات البوتاسيوم



شكل (١٣)



وتتفاعل برمنجنات البوتاسيوم مع الحديد والمنجنيز في وسط قلوي عند رقم اس هيدروجيني ٨,٥ – ٩,٥ ، على النحو التالي :

$$٢KM_nO_٤ + ٦F_e{++} \longrightarrow ٦F_e{++++} ٢KOH + ٢M_nO_٢$$

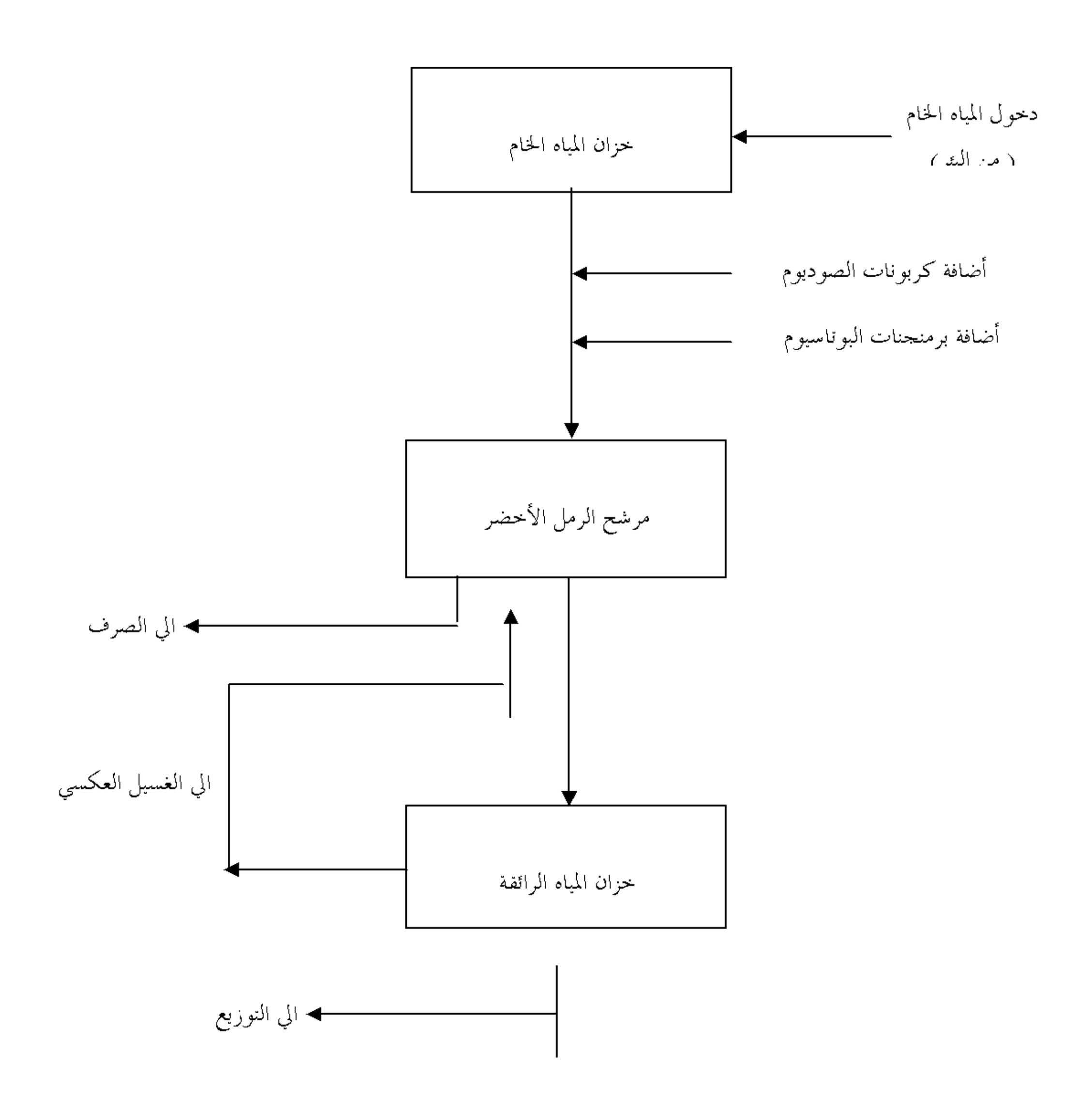
$$٢KM_nO_٤ + ٣M_n{++} \longrightarrow ٣M_n{+++++} ٢KOH + ٢M_nO_٢$$

أ – درجة قلوية الماء :

نظرا لتواجد عنصري الحديد والمنجنيز في المياه مع تواجد بعض المواد العضوية ، فإنه يجب أن تكون درجه قلوية المياه الداخلة إلى المعالجة (pH) ما بين ٨,٥ – ٩,٥ . يمكن تنفيذ ذلك بسهوله بإضافة ماء الجير $C_a\ (OH)_٢$ أو كربونات الصوديوم لخلط المياه قبل المعالجة للتحكم في درجة القلوية المطلوبة .

ب – عملية الغسيل العكسي Back Wash :

وهى عملية ذات أهمية خاصة لتنظيف وتنشيط الرمل الأخضر بعد الاستعمال عدة مرات . يتم ضخ جزء من المياه النقية التي تمت معالجتها إلي فلتر الرمل الأخضر في اتجاه عكس اتجاه المسار الأصلي للمياه في الفلتر . هذه المياه يتم صرفها علي شبكة المجارى .



شكل (١٣)

مخطط معالجة مياه الآبار بواسطة البرمنجنات

ج – إجراءات تخزين المياه المعالجة :

يخصص خزان مياه ذو سعه مناسبة تكفى استهلاك الموقع + احتياطي للطوارئ + المياه المطلوبة للغسيل العكسي . وينصح بأضافة مادة مطهرة إلي الخزان في المناطق الحارة .

مثال تطبيقي علي قرية منيل شيحه – محافظة الجيزة :

وصف عملية التنقية:

١ – تدخل المياه القادمة من البئر بالطلمبات . يتم أضافة برمنجنات البوتاسيوم بالجرعة المحسوبة للمياه .

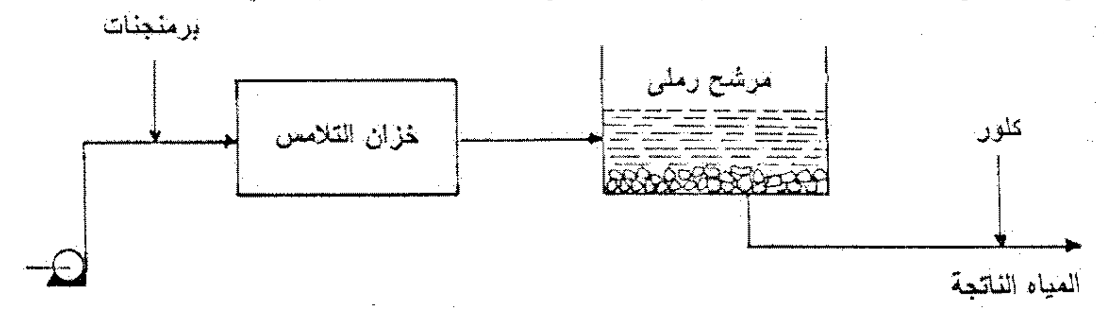
٢ – تسير المياه إلي خزان التلامس لأكمال المزج بين الماء مع البرمنجنات .

٣ – تخرج المياه من خزان التلامس الي المرشح الرملي لحجز الأملاح المترسبة والمواد العالقة .

من واقع عملية التنقية في القرية المذكورة ، فقد بلغ تركيز الحديد في خط الدخول ٥ ملجم / لـــتر بينما بلغ تركيز الحديد عند المخرج ٠,٢ ملجم / لـــتر .

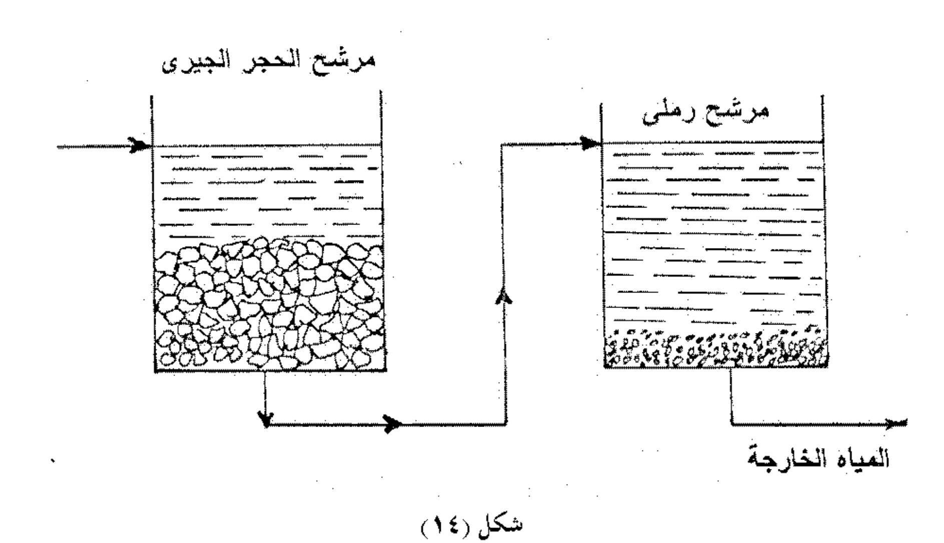
٤ – يحقن الكلور في المياه الداخلة إلى الخزان الأرضي ليتم التعقيم .

٥ – تخرج المياه وتضخ بالطلمبات إلي الخزان العالي ثم إلي شبكة التوزيع . شكل (١٤) ، يبين رسم تخطيطي لعملية المعالجة .



شكل (١٤)

أزالة الحديد والمنجنيز بواسطة البرمنجنات



شكل (١٤)

أزالة الحديد والمنجنيز – تجربة قرية منيل شيحة – الجيزة

٢ – ٢ – غاز الكلور :

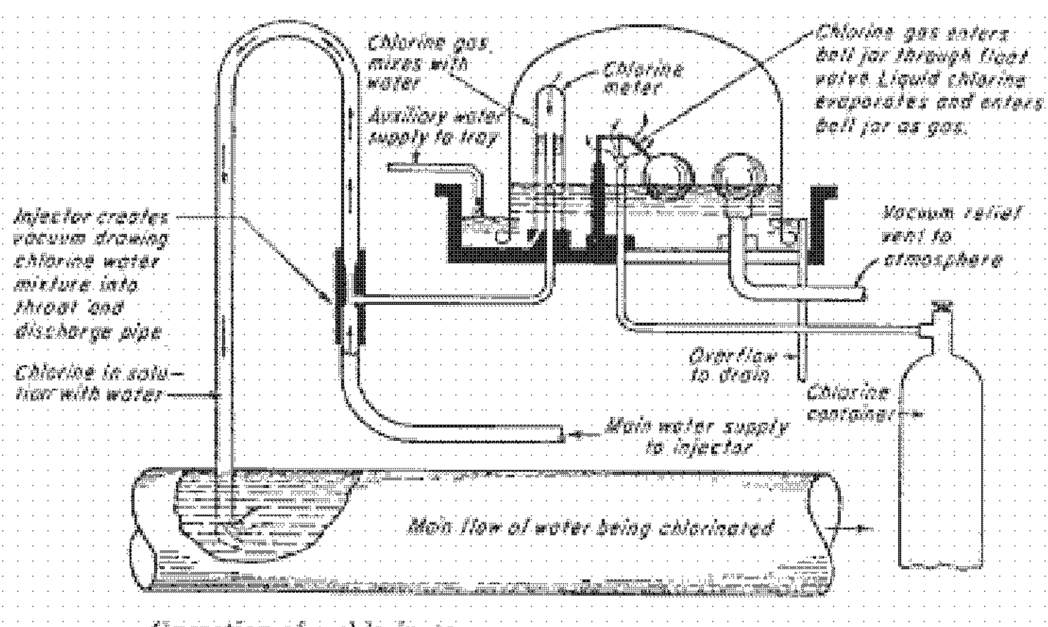
وهو مؤكسد قوى ، يلي الأوزون من ناحية الكفاءة ، ويعد من الطرق الأقتصادية في حالة توافره في مناطق الاســـتخدام – شـــكل (١٥) .

يساعد أيضا في إزالة العسرفضلاعن تعقيم المياه .

تتم عملية أكسدة الحديد والمنجنيز علي النحو التالي :

$$2Fe^{++} + Cl_2 + 6H_2O \rightarrow \leftarrow 2Fe(OH)_3 + 2Cl^- + 6H^+$$

$$2Mn^{++} + Cl_2 + 2H_2O \rightarrow \leftarrow MnO_2 + 2Cl^- + 4H^+$$



Operation of a chlorinator.

شكل (١٥)

جهاز التعقيم والأكسدة باستخدام الكلور

٣ – أزالة الحديد والمنجنيز بواسطة الأكسجين الجوي العادي :

تحدث عملية الأكسدة المذكورة عند اختلاط المياه بالهواء الجوى ، في العمليات التي سيرد ذكرها فيما بعد مثل :

٣ – ١ – التهوية بالرشاشات – شكل (١٦).

٣ – ٢ – التهوية السطحية بالقلابات – شكل (١٧).

٣ – ٣ – التهوية باستخدام أبراج التهوية – شكل(١٨).

٣ – ٤ – التهوية باستخدام الشلالات – شكل (١٩).

تحدث عملية الأكسدة لأملاح الحديد والمنجنيز وتترسب علي قاع الخزان طبقا للمعادلات التالية :

$$٤F_e + ٤O_٢ + ١٠H_٢O \longrightarrow ٤F_e(OH)_٣ + ٨H$$

$$٢M_n + O_٢ + ٢H_٢O \longrightarrow ٢M_nO_٢ + ٤H$$

٣ – ١ – أزالة الحديد والمنجنيز بواسطة عملية التهوية :

مثال تطبيقي على قرية طحانوب – محافظة القليوبية:

** نظام الرشاشات :

هذا النظام تم تطبيقه في قرية طحانوب – قليوبية . يعتمد هذا النظام علي رفع المياه من البئر إلي الخزان العالي مباشرة ، على أن تصب المياه داخل الخزان بطريقه النافورة ، حيث تركب ماسورة التغذية على الجدار الداخلي للخزان و تثقب . عند رفع المياه من البئر ، فأنها تندفع خلال الثقوب محدثه نافورة . هذه المياه الخارجة باندفاع تجد الفرصة للتلامس مع الهواء الجوى فيتأكسد الحديد والمنجنيز إلي أكسيد الحديد وأكسيد المنجنيز الذي يرسب في قاع الخزان .يتم كسح هذه الرواسب كل فتره زمنية مناسبة.تمتاز هذه الطريقة بأنها لا تعتمد علي معدات ضخ الهواء ، وإنما تعتمد علي خروجها كنافورة من ثقوب الماسورة مما يدعم اقتصاديات المشروع .

الوصف العام للمشكلة :

تعتمد قرية طحانوب – قليوبية – (١٣٧٠٠ نسمة) ، علي الحصول علي حاجتها من المياه من بئر ارتوازي تصرف ١٠٠ م٣/ ساعة . وقد ظهرت مشكلة وجود نسبه عالية من الحديد والمنجنيز بالمياه أكبر من النسب المسموح بها في المواصفات القياسية المصرية أو منظمه الصحة العالمية .وقد لفت الانتباه أيضا أن تغير خواص المياه :

** اللون : تظهر المياه في صورة عكرة .

** الطعم : الطعم غير مستسا غ .

** الرائحة : ظهرت للمياه رائحة معدنية .

** اتساخ الملابس وظهور بقع مثل لون الصدأ .

** ترسب الأكاسيد في شبكات المياه وانسدادها .

الجدول (٣) يوضح وصف المياه بالبئر بقرية طحانوب قبل المعالجة :

جدول (٣)

وصف المياه بالبئر		المواصفات المصرية	مواصفات منظمة الصحة العالمية
العناصر	البيان		
تركيز الحديد	٠,٢٩	١	٠,٢
تركيز المنجنيز	١,٦٥ ملجم/ لتر	٠,٥	٠,١
الطعم	مرارة خفيفة	–	مقبول لمعظم المستهلكين
التبقيع	آثار سوداء	–	–

الحل المنفذ :

تعتمد عملية تخفيض نسبة الحديد والمنجنيز بالمياه علي تحويل الحديد والمنجنيز من الحالة الذائبة إلي الحالة الصلبة عند الاتحاد مع الأكسجين . لذلك لا يتم ضخ المياه من البئر إلى الشبكة مباشرة ، وإنما يتم رفع المياه من البئر إلى الخزان العالي .وتعتمد فكره التهوية المنفذة على ضخ المياه إلى داخل الخزان عن طريق ماسورة مثقبه ومثبته على الجدار الداخلي للخزان ، بحيث تندفع المياه من خلال هذه الثقوب على شكل دش مائي مما يؤدى إلي زيادة فتره تلامس المياه مع الهواء الجوى ومابه من أكسجين والذي يؤدى بدوره إلى أكسدة أملاح الحديد والمنجنيز وترسبها في قا ع الخزان .

ونتيجة لعملية الأكسدة ، تتراكم أملاح الحديد والمنجنيز على أرضية الخزان ، لذلك يتم عمل صيانة للخزان كل شهر وإيقاف الضخ ثم أزالة الرواسب.كما يتم تنفيذ ماسورة النازل من الخزان مرفوعة بمقدار ٣٠ سم فوق أرضية الخزان لحجز الرواسب والأكاسيد وعدم نزولها إلى الشبكة .

البيانات التصميمية :

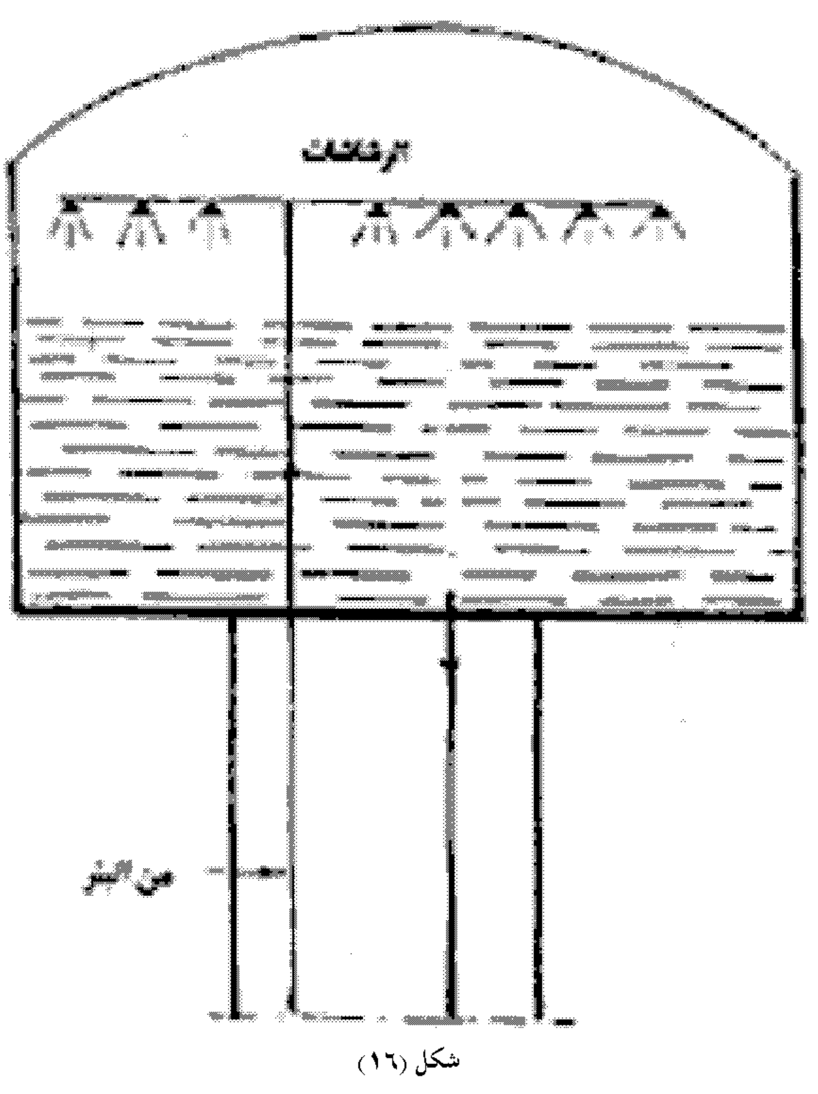
١ – قطر الخزان العالي = ٦متر وارتفاعه من سطح الأرض = ٣٥ متر .

٢ – نسبة الفتحات = ٧% من المساحة السطحية لماسورة البئر .

٣ – قطر الماسورة النازلة = ١٥٠مم .

٤ – قطر فتحه الرشاشات = ١٠ مم ، عدد الفتحات = ٧٧ فتحة علي مسافات = ٢٤,٥ سم .

وقد وصلنا إلي أن فكره التهوية للمياه بأكسدة الحديد والمنجنيز بالسماح بتلامس الهواء مع المياه والتي تعتمد علي معدات بسيطة ، من شأنها التوفير في الإنشاء والبساطة في التشغيل والصيانة ، مما يشجع علي تأييد تطبيق هذه الطرق . لهذا ، سنتعرض هنا إلي طرق أخرى مماثلة ومستخدمة لتهوية المياه .

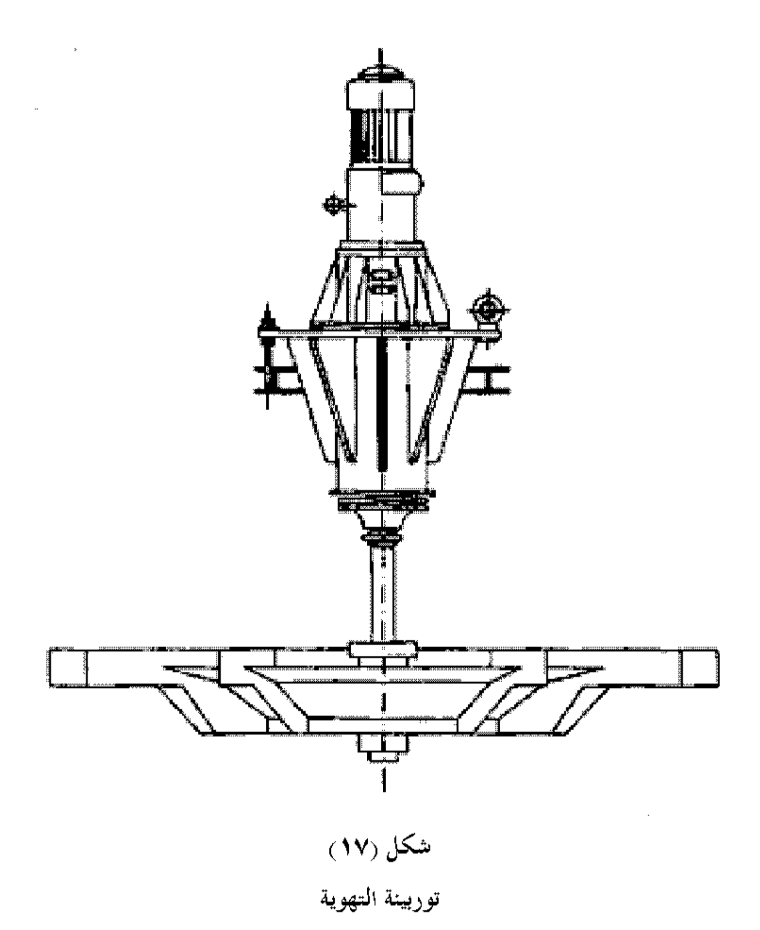


شكل (١٦)

التهوية بنظام الرشاشات

** نظام القلابات – التهوية السطحية :

وهو نظام يعتمد علي تشغيل قلابات (توربينات) عند سطح المياه ، فتقوم بتقليب وأثاره سطح الماء فتعطى الفرصة لتلامس الهواء مع المياه لتحدث عمليه تأكسد الحديد والمنجنيز ويرسب إلي قاع الخزان – شكل (١٧).يعتمد هذا النظام علي أدارة القلابات بالطاقة الكهربائية مما يزيد في تكاليف التشغيل ، أضافه للأعطال الناجمة عن انقطاع التيار الكهربي والتي كثيرا ما تحدث في الأماكن الريفية .



شكل (١٧)

توربينة التهوية

** التهوية بواسطة أبراج الأكسدة:

تتم عملية التنقية كما يلي :

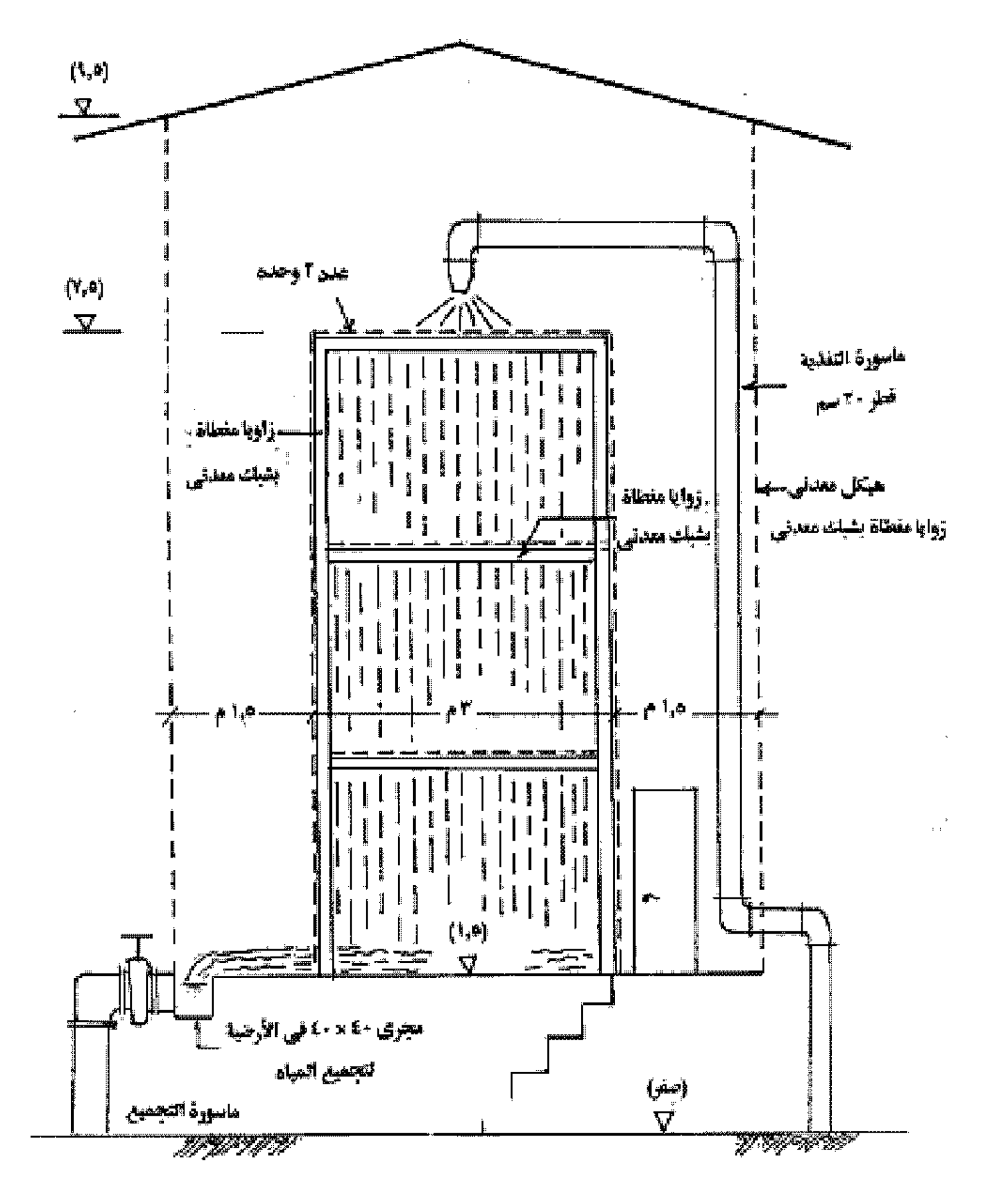
١ – تدخل المياه إلي محطة المعالجة بضغط الطلمبات حيث يتم خلط المياه بالجير قبل دخولها من أعلى للتهوية بواسطة أبراج الأكسدة – شكل (١٨).

٢ – تهبط المياه من أعلى على الحواجز الأفقية ، فتتناثر كتل الماء الساقطة ، مما يتيح فتره تلامس جيده للهواء مع المياه لتحدث عملية الأكسدة للحديد والمنجنيز .

٣ – يحقن الكلور في المياه الخارجة من برج الأكسدة ليدخل إلي خزان أرضى لإتمام فتره تلامس الكلور .

٤ – يذهب الماء إلى المرشحات لترشيح المياه والتخلص من الرواسب والأملاح ثم تذهب المياه إلى الخزان الأرضي .

٥ – تسحب المياه بالطلمبات إلى الخزان العلوي ثم إلي شبكة مواسير التوزيع .

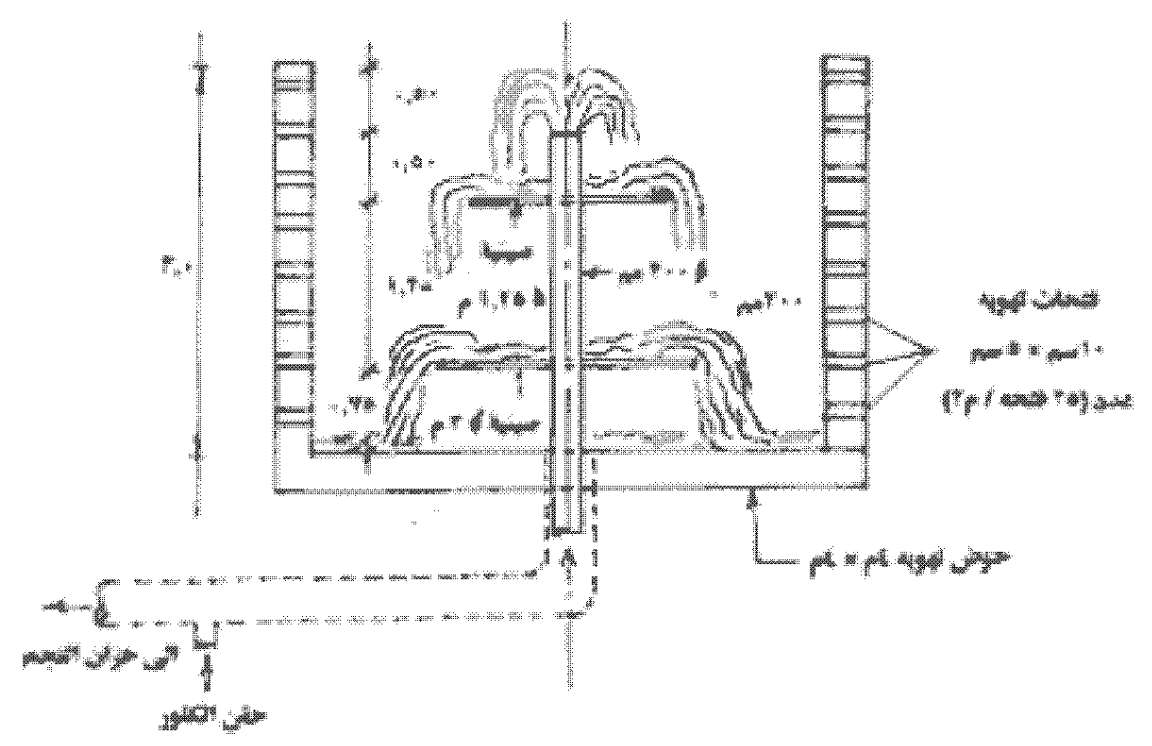


شكل (١٨)

أبراج الأكسدة — دولة جامبيا

** التهوية باستخدام الشلالات **Cascade**:

يسمح للمياه بالتدفق من أعلى الشلالات . عند هبوط المياه على هذه الشلالات ، تتكسر موجات المياه وتختلط مع الهواء الجــوى ، الأمــر الذي يسبب تأكسد الأملاح وترسبها على القــــــاع – شكل (١٩).



شكل (١٩)

التهوية باستخدام الشلالات – دولة جامبيا

<u>تنمية موارد المياه الجوفية بعملية الحقن الصناعي :</u>

يمكن تحويل الفائض من المياه السطحية إلى باطن الأرض لملء المستودعات الجوفية في عملية تسمى الحقن الصناعي . ويزيد الحقن الصناعي مخزون المياه الجوفية ، الذي عادة ما يكون له تأثيرات بيئة أقل من تأثير خزانات المياه السطحية وقد يسفر عن مياه أفضل نوعية.

وتوجد عدة وسائل يمكن أن تمارس بها المجتمعات الحقن الصناعي أقلها كلفة عملية الانتشار السطحي للمياه . تنطوي الفكرة على "نشر" المياه عبر أسطح شاسعة كالبرك ، أو القنوات ، أو أحواض التجميع الفردية. ويمكن ، في هذه المناطق ، أن تنفذ المياه طبيعيا عبر التربة إلى داخل إمدادات المياه الجوفية.

وتستخدم هذه الطريقة البسيطة والفعالة فقط مع المستودعات الجوفية الضحلة التي تتذبذب مع ارتفاع وهبوط منسوب المياه (المستودعات الجوفية غير المحصورة) وليس مع تلك المستودعات الأعمق المتحوصلة داخل ظواهر جيولوجية مثل طبقات كثيفة من الطمي .

ويجب تجميع المياه السطحية وتوجيهها نحو مناطق الانتشار / التسرب عبر قنوات ، وأنابيب ، وحواجز، وسدود ، وغيرها من وسائل التحويل . وتلعب الطبيعة دورا رئيسيا في الانتشار السطحي . وهناك أساليب أقوى للحقن الصناعي باستخدام وسائل حقن أخري مثل آبار الحقن لتوصيل المياه بسرعة ومباشرة إلى باطن الأرض .

وتبنى آبار الحقن تقريبا مثل الآبار التقليدية المصممة لسحب المياه من مخزونها في باطن الأرض . ويمكن أن تصل إلى عمق الأرض وتحول المياه أيضا إلى المستودعات الجوفية المتحوصلة.

ومتى دفعت آبار الحقن بالمياه في باطن الأرض ، فإنها لن تصبح عرضة للفاقد من التبخر الشائع في أنظمة الانتشار السطحي . ومع ذلك ، فإن الآبار عرضة للانسداد ، وحتى إذا تمت هذه العملية بسلاسة ، فإنها تمثل وسيلة لتخزين المياه للأنتفاع به وقت الحاجة .

<u>تواجد عنصر الزرنيخ في طبقات الأرض والمياه الجوفية – التسمم بالزرنيخ :</u>

يتواجد الزرنيخ بصورة طبيعية في الأرض ، وعند سحب المياه الجوفية منها ، تختلط بهذا العنصر السام لتتواجد بنسبة ما في المياه الجوفية . وقد حددت منظمة الصحة العالمية النسبة المسنوح بها لتواجد الزرنيخ في المياه بـ ٠,٠٥ ملجم / لتر . والتلوث بنسبة أكبر من الزرنيخ من شأنه

الأضرار الكبير بصحة الأنسان . شكل (٢٠) ، يوضح التأثيرات البالغة علي صحة الأنسان ويمكن أن يسبب التعرض الطويل لمستويات عالية من الزرنيخ ، سرطان الجلد ، والكبد ، والرئة ، وأمراض السكري ، والأمراض القلبية. ويظهر هذا بشكل كبير في دولة بنجلاديش ، فأكثر من ١,٥ مليون بئر جوفي منفذة ، قد تلوثت بمستويات غير مقبولة من الزرنيخ الطبيعي .

وقد أصبح وجود هذا السم بطيء المفعول ، ظاهرا في أوائل التسعينات عندما بدأ ضحايا التسمم بالزرنيخ يظهرون في مستشفيات بنغلادش .



شكل (٢٠)

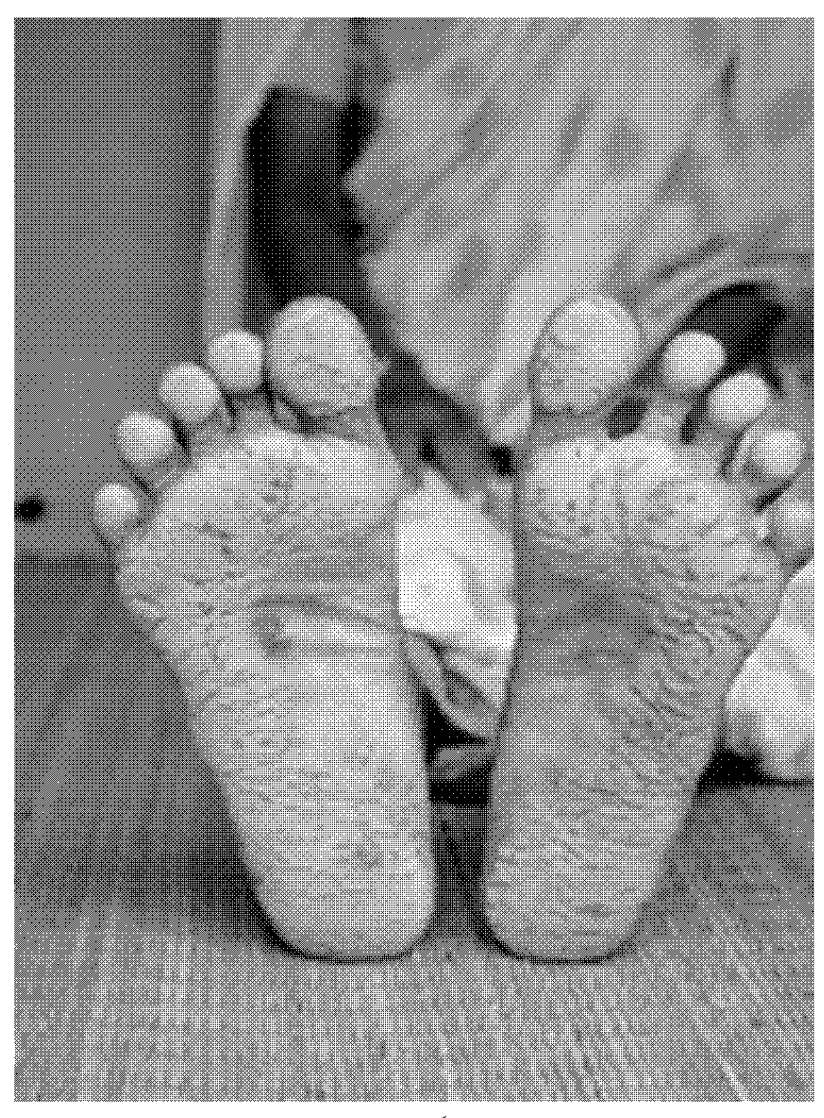
تأثير شرب المياه المحتوية علي الزرنيخ

وتشير بعض التقديرات إلى أن أكثر من ٣٥ مليون شخص من بين سكان بنغلادش الـ ١٢٦ مليونا يشربون مياه آبار تفوق مستويات الزرنيخ فيها بكثير تلك التي تعتبر مقبولة لصحة الإنسان.

ولا يمكن تحديد مستويات الزرنيخ إلا بنظام اختبار ومراقبة يكشف عما إذا كانت مصادر المياه آمنة. وعندما يوجد الزرنيخ ، قد يمكن التخفيف من وطأته بأجهزة تنقية في تلك المنازل التي تقدر على شرائها.

غير أن أفضل طريقة ، في كثير من الحالات ، هي ببساطة تحاشي استهلاك المياه الملوثة بالزرنيخ .

ولإزالة الزرنيخ ، يستخدم جهاز بسيط هو (مرشح **SONO**) – شكل (٢١) ، وهو مرشح منزلي لإزالة الزرنيخ يصنع ويستخدم في بنغلادش .



شكل (٢٠)

منظر الكفين والأرجل جراء التسمم التدريجي بالزرنيخ

مميزات الجهاز :

١ – إزالة فعالة للزرنيخ

٢ – لا يستخدم كيماويات في الترشيح

٣ – مصنع من مواد خام محلية

٤– هذا الجهاز وفر نظاما رخيصا، وكفؤا، وسهل التشغيل ، كما أنه متوافق مع البيئة .

٥ – ينتج ٥٠ لترا من المياه النظيفة كل يوم لاستخدام المترل.

٦ – سهل التصنيع والصيانة .

التنفيذ:

١ – يصب المستخدم المياه في الدلو العلوي المليء برمل نهري ومركبات حديد ، يرشح الرمل الجسيمات الخشنة ويضفي على المياه استقرارا ميكانيكيا، في حين تزيل مركبات الحديد الزرنيخ غير العضوي.

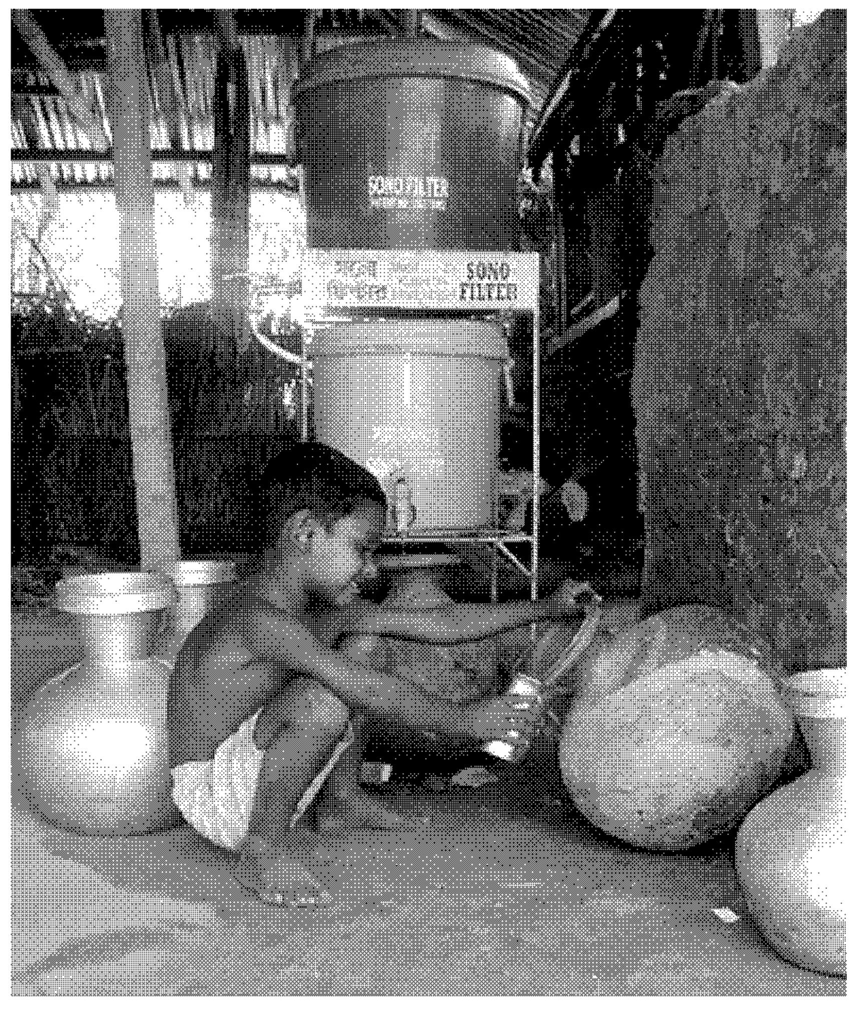
٢ – تدفع المياه إلى دلو ثان حيث ترشح مرة أخرى عبر رمل نهري خشن ، ثم عبر فحم نباتي لإزالة المواد العضوية،

٣ – تمر المياه خلال الدلو الثاني عبر طبقة من الرمل النهري الناعم وقطع من الطوب المبلل لإزالة الجسيمات حيث يستقر تدفق المياه.

٤ – عندئذ تدفع المياه النظيفة من الدلو الثاني إلى حاوية المياه.

ملاحظة :

يجب عدم الاعتماد عليه في إزالة مسببات الأمراض.



شكل (٢١)

المرشح المنزلي للتخلص من الزرنيخ الموجود بالمياه – مرشح **SONO**

قد حدث تطورا هاما لتعظيم الفائدة من الجهاز ، حيث تمرر المياه عبر عمود معبأ بأكسيد الألومنيوم النشط ثم تمر عبر طبقات من الحصي المتدرج لأزالة الجسيمات العالقة . وتعالج تكنولوجيا **PUR** المياه بكيماويات للتطهير، وعمليات تخثير، واندماج الدقائق المترسبة في كيس صغير رخيص يكفي لمعالجة عشرة لترات من المياه. وبعد تقليب محتوى الكيس في الماء لخمس دقائق ، تترك المياه ساكنة لخمس دقائق أخرى للسماح للزرنيخ والملوثات الأخرى بالانفصال .

تصب المياه عبر قطعة قماش نظيفة لترشيح الملوثات. وبعد ٢٠ دقيقة أخرى من اسنكمال عملية التطهير، تصبح المياه جاهزة للشرب. ويجب استهلاك هذه المياه في غضون ٢٤ ساعة.

ثانيا : تكنولوجيات معالجة المياه السطحية في الأماكن المنعزلة :

١ – محطات معالجة مياه الشرب التقليدية الثابتة الصغيرة :

١ – ١ المرشحات الرملية البطيئة :

تعتبر طريقة تنقية المياه باستخدام المرشحات البطيئة طريقة قديمة و ذات تكنولوجيا منخفضة ورخيصة التكاليف .تصلح لإمداد القرى والمجتمعات الصغيرة بالمياه .

وصف المرشح الرملي البطيء :

المرشح الرملي البطيء عبارة عن حوض من الخرسانة أو الطوب أو الدبش بالمقاسات المناسبة ، مانع لتسرب المياه . يغطى القاع شبكة من المواسير المفتوحة الوصلات لتصريف المياه المرشحة من الحوض . يعلو شبكة المواسير طبقات من الزلط بسمك ٣٠– ٤٥ سم ، يعلوها طبقة من الرمل بسمك ٩٠– ١٢٠ سم .ارتفاع المياه فوق طبقة الرمل ١٢٠–١٥٠ سم – معدل الترشيح = ٣– ٥ متر مكعب / م٢/ اليوم .
وهناك محطات لتنقية المياه السطحية للمجتمعات الأكبر ، والتي تتطلب إنشاءات وتجهيزات ومعدات لتلائم الكميات الكبيرة المطلوبة من المياه

تتميز طريقة المرشحات الرملية البطيئة بما يلي:

١ – سهولة التشغيل والصيانة وعدم الحاجة إلى كوادر فنية على مستوى عالي أو معدات معقده للتشغيل .

٢ – رخص التكاليف الأنشائيه.

٣ – إنتاج مياه ذات جوده عالية متطابقة مع المعايير الصحية .

٤ – لا تحتاج إلى مواد كيماوية في مراحلها المختلفة .

٥ – يزيل العكاره بنسبه ١٠٠% .

٦ – أزالة ٨٩– ٩٩% من البكتيريا .

٧ – أزالة ٢٠– ٣٠ % من اللون .

٨ – أزالة ٦٠% من مركبات الحديد .

٩ – تتميز المرشحات البطيئة بمرونة عالية في التشغيل ، حيث يمكن بناء محطة لخدمة ٥٠٠ نسمة فقط حتى ٥٠٠٠٠ نسمة .

١٠ – تنظف كل عدة شهور مما يوفر في كميات المياه اللازمة للغسيل . يعتبر هذا النظام جيدا ومناسبا خاصة للمجتمعات الصغيرة وخاصة القرية المصرية ، ألا أن لها بعض العيوب البسيطة .

عيوب المرشحات الرملية البطيئة :

١ – بطء معدل الترشيح يزيد في مساحة الأحواض ومتطلبات الأرض.

٢ – لا تعطى كفاءه عالية إذا زادت العكاره في الماء عن ٥٠ جزء / المليون .

٣ – نمو الطحالب خاصة في الأجواء الحارة .

يمكن تقسيم المرشحات البطيئة إلى قسمين :

(أ) – المرشحات الرملية البطيئة ذات التصرفات الصغيرة جدا.

(ب) – المرشحات الرملية البطيئة ذات التصرفات الكبيرة .

(ج) – تكنولوجيات أخري بسيطة للحصول علي المياه – عملية التقطير الشمسي .

(أ) – المرشحات البطيئة ذات التصرفات الصغيرة جدا:

في المزارع أو المباني المنعزلة ، وعدد محدود من الأفراد ، تستخدم وحده تنقيه بسيطة وكاملة – شكل (١٩) ، تشمل حوض ترسيب طبيعي ومرشح رملي بطئ وخزان للمياه المرشحة . يمكن أتشاء هذه الأحواض فوق الأرض أو تحت الأرض .مكونات هذا المرشح مماثلة تماما

للمرشح البطيء حيث توجد طبقات الرمل والتي يمر من خلالها الماء لتتم عمليه التنقية وحجز الشوائب والبكتيريا والطحالب لنحصل علــي مياه منقاة وصالحه للاستخدام الآدمي .

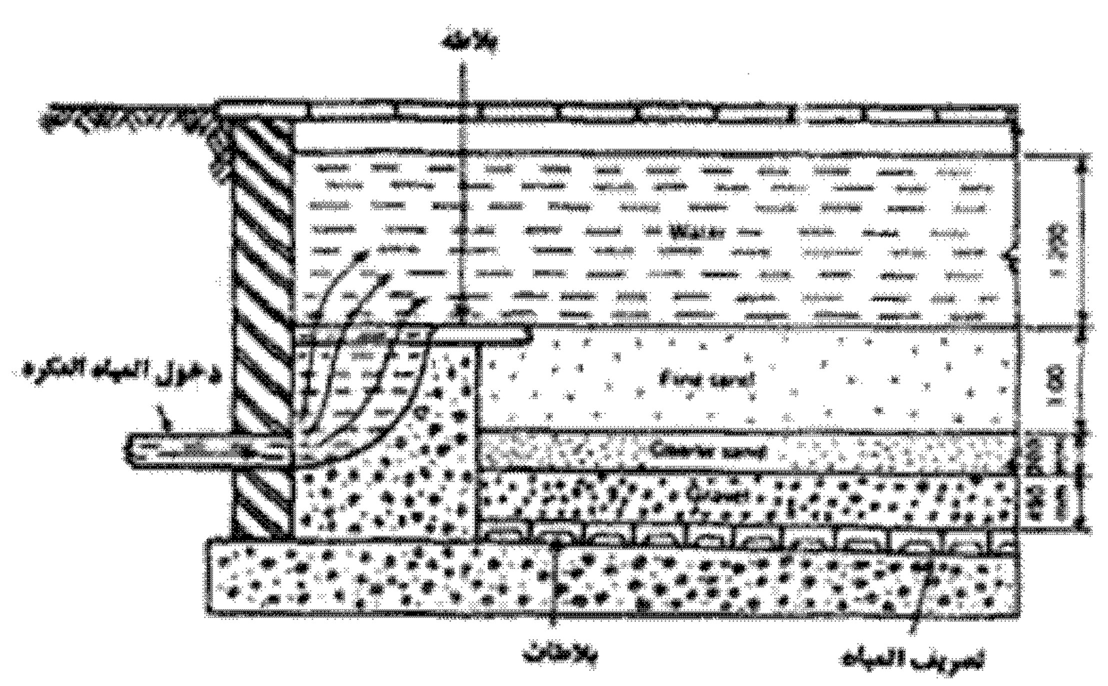
وصف عملية التنقية :

١ – تضخ المياه من النهر إلى الأحواض المذكورة بالطلمبات لتدخل إلى الحوض .

٢ – تمكث المياه فتره زمنية مناسبة لترسب المواد الصلبة والعالقة إلى أرضيه حوض الترسيب . عند ترسب كميات من المواد الــصلبة علــى الأرضية ، يمكن سحبها والتخلص منها عن طريق ماسورة غسيل أسفل الحوض ثم إلى الخارج .

٣ – تدخل المياه من أعلى إلى المرشح قادمة من حوض الترسيب، حيث تقابل طبقه من الرمال الخشنة بارتفاع الحوض ، تتغلغل المياه خــلال طبقه الرمل الخشن متجهة إلى أسفل ، وتخرج إلى طبقه أخرى من الرمال الناعمة حيث تتخللها من أسفل إلى أعلي .

٤ – تصب المياه الخارجة من طبقة الرمل الناعم ، وقد تخلصت من غالبية الملوثات والعكارة والبكتيريا إلى ، خزان للمياه المنقاة . تخرج مــن الخزان ماسورة مياه إلى المستهلكين ، كما تخرج ماسورة أخرى أسفل الخزان لأغراض النظافة وأزالة الرواسب.



قطاع رأسي لمرشح صغير

شكل (١٩)

مرشح رملي صغير ذا تصرفات صغيرة مع خزان

(ب) المرشحات الرملية البطيئة ذات التصرفات الكبيرة :

تتكون محطة التنقية بالمرشحات البطيئة من :

١ – المأخذ .

٢ – طلمبات المياه العكرة .

٣ – أحواض الترسيب .

٤ – المرشحات الرملية البطيئة .

٥ – أضافة الكلور .

٦ – الخزان الأرضي .

٧ – بيارة المياه المرشحة طلمبات الضغط العالي .

٨ – خزان المياه العالي .

٩ – مباني الأدارة والخدمات .

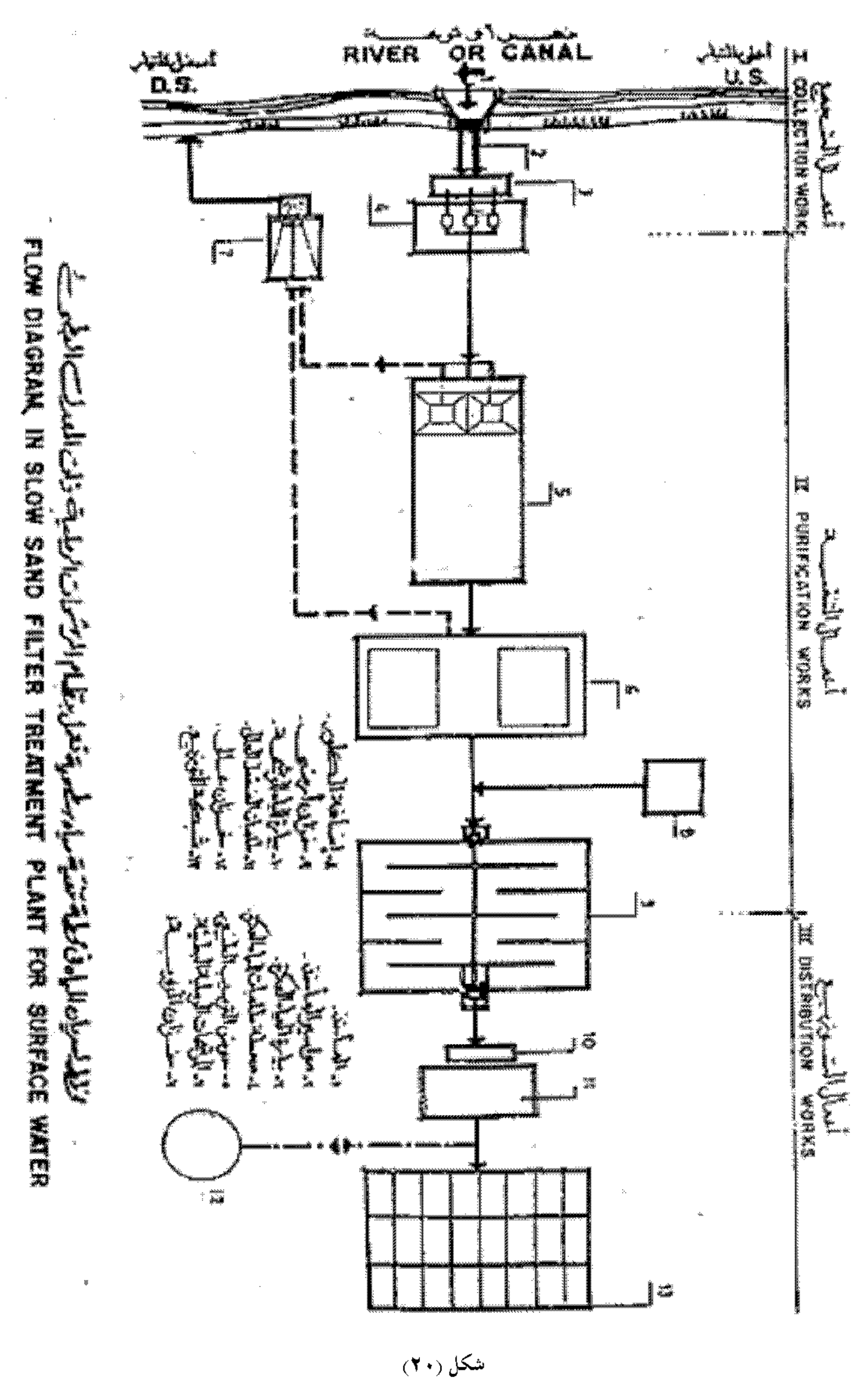
شكل (٢٠) ، يوضح مخططا لمراحل عملية التنقية بالمرشحات البطيئة .

وصف عملية التنقية :

١ – تسحب المياه من المجري المائي عن طريق المأخذ ومواسير المأخذ إلى بياره المياه العكرة .. ينشأ المأخذ في المكان الآمن البعيد عن التلوث و يدخل إلى داخل قطاع النهر بمسافة كافية ، كما يكون علي عمق مناسب ليلائم التغيرات في مناسيب المياه .

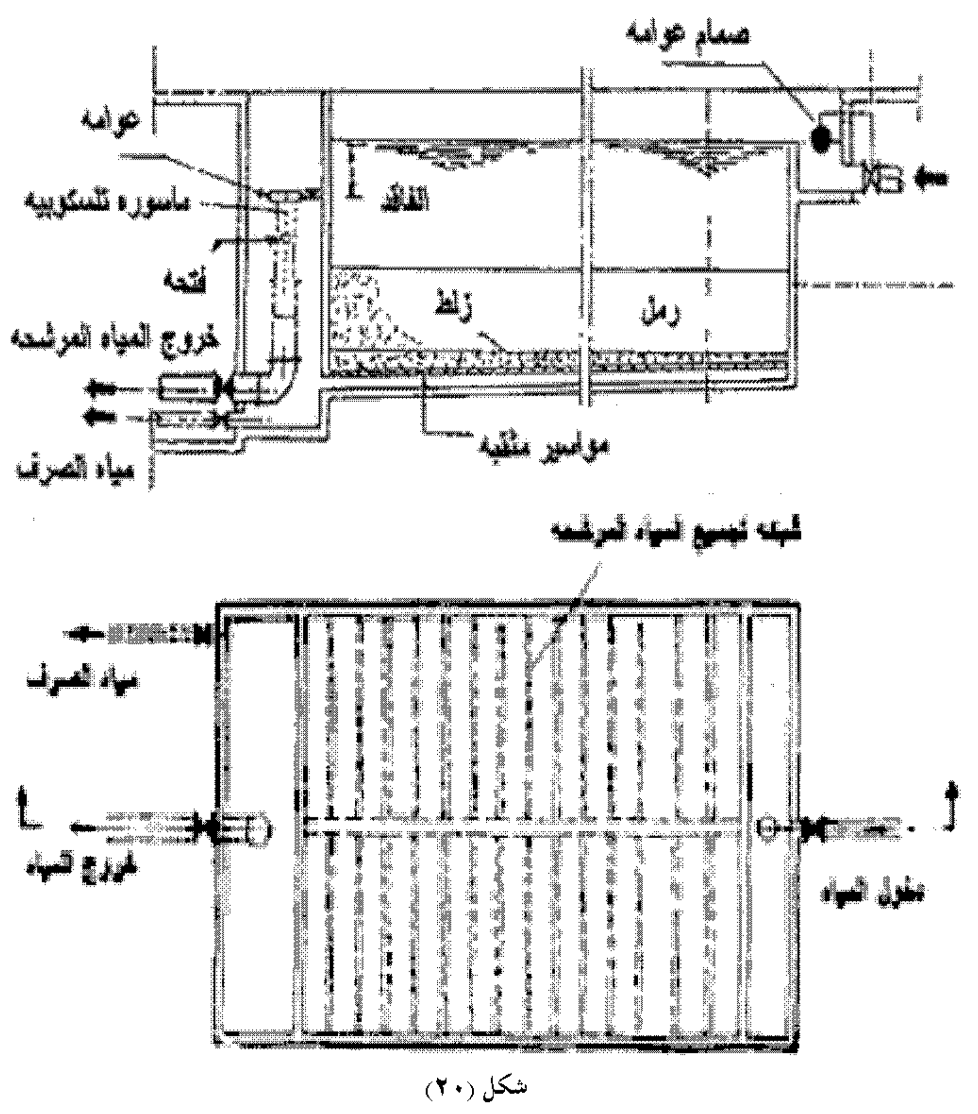
٢ – ترفع المياه من بيارة المياه العكرة بواسطة الطلمبات و تضخ إلى أحواض الترسيب .تترسب الجزيئات الصلبة في قاع الحوض ، بينما تخرج المياه أكثر نقاوة إلى المرشحات عن طريق الهدارات ،. تسحب المواد المترسبة من قاع حوض الترسيب وتجمع في خزان الروبه تمهيدا للتخلص منها .

٣ – تدخل المياه على المرشحات البطيئة من أعلى ، تتغلغل المياه خلال طبقات المرشح الرملية والزلطية . تلتصق المواد العالقة والغروية بين حبيبات لرمل مكونه طبقة هلامية تعمل علي حجز الشوائب والعكاره والبكتيريا والكائنات الدقيقة. تصل المياه إلى المواسير المثقبة الموجودة على قاع المرشح حيث تتجمع المياه في المواسير وتخرج من المرشح إلى الخزان الأرضي .



شكل (٢٠)

مخطط تنقية المياه لمحطة تنقية تعمل بالمرشح البطىء



شكل (٢٠)

قطاع رأسي ومسقط أفقي للمرشح الرملي البطيء

(ج) الحصول علي المياه بعملية التقطير الشمسي :

تسخر أجهزة التقطير طاقة الشمس لتطهير المياه من الملوثات بما في ذلك الأملاح والمعادن الثقيلة والميكروبات. وقد استخدمت هذه الأنظمة لمئات السنين وتطورت لاستخدامات كثيرة مختلفة ، حتى إزالة ملوحة مياه البحر .

وتحاكي عملية التقطير من بعض الجوانب دورة المياه الطبيعية في الأرض . إذ تخزن المياه التي الغير نقية في وعاء وتخضع لأشعة التسخين من الشمس . تنتج حرارة الشمس بخارا يرتفع من سطح مياه المصدر. وتنتج عملية التبخير هذه بخارا نقيا وتترك الملوثات خلفه في مصدر السائل . وبصعد البخار النظيف إلى حيز بارد في جهاز التقطير حيث يمكن أن يتكثف كمياه نقية.

ويمكن التخلص من الملوثات بغسل الركائز من المياه المتبقية المحتوية علي الملوثات المركزة ، والتخلص منها بصورة دورية.

ويشيع استخدام الوحدات الشمسية المدمجة بل والمحمولة على مستوى الأسر في المنازل . فهي لا تحتوي سوى على القليل من الأجزاء المتحركة ، ومتطلبات تشغيلها وصيانتها منخفضة.

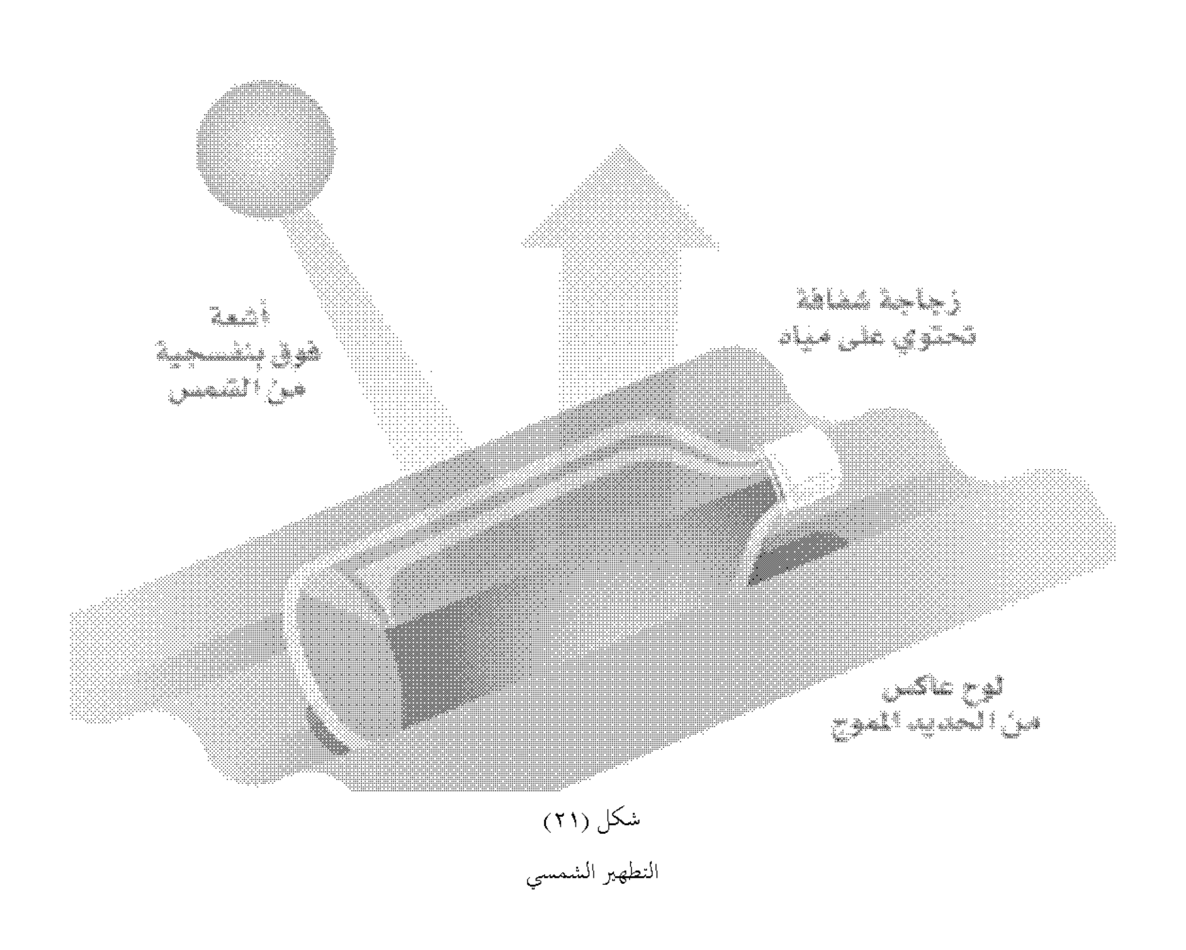
وربما تكون أجهزة التقطير خيارا جيدا للمعالجة بالنسبة للدول النامية التي تتمتع بوفرة من الأيام المشمسة ، لأنها رخيصة ولا تتطلب تقريبا استثمارا أو بنية تحتية. غير أن مثل هذه الأنظمة تتقيد بقوة أشعة الشمس ، وهي أكثر فعالية في المناخ الدافئ المشمس .

وأخيرا، يجب ملاحظة أن الماء المقطر لا يحتوي تقريبا على اية مواد معدنية مذابة ، وأن هذا يمكن أن يكون ضارا إذا كان الماء المقطرهـــو المـــصدر الوحيد لمياه الشرب. وكذلك غذاء الإنسان الذي يفتقد مصدرا بديلا للمواد المعدنية الأساسية.

التطهير الشمسي :

عملية التطهير الشمسي عملية بسيطة وغير مكلفة ، وهي ببساطة عبارة ملء أوعية بلاستيكية شفافة بمياه المصدر ثم توضع تلك الأوعية بعد ذلـــك على سطح يعكس إليها أشعة الشمس مثل صفائح الألومنيوم أو الحديد المموج ، وقد توضع على سطح المترل . وتعرض هذه الأوعيـــة لأشـــعة الشمس المباشرة لفترة تتراوح بين ساعة ويومين حسب الظروف . وتعمل أشعة الشمس المباشرة علي قتل الكائنات في المياه عن طريـــق التعـــرض للأشعة فوق البنفسجية ، أو عن طريق رفع درجة حرارة المياه إلى ٥٠ درجة مئوية أو أعلى – شكل (٢١) .

وبطبيعة الحال ، لا يعالج التطهير الشمسي مشكلات نوعية المياه الكيميائية مثل الزرنيخ ، ، والمعادن الثقيلة، ومبيدات الآفات ، الخ . وتتطلب أيضا مياه نظيفة نسبيا ، لأن المواد العالقة واللون الطبيعي في المياه تعيق الأشعة فوق البنفسجية. ويجب عدم استخدام الأوعية التي تزيد سعتها عن لتـــر أو لترين ، وهو ما يحد من كمية المياه التي يمكن معالجتها. ولا يوصي باستخدام هذه الطريقة في الأيام التي يستمر فيها المطر . غير أنها تتـــيح إمكانيـــة تخفيض حالات الإسهال و الدوسنتاريا بدرجة كبيرة، والتقليل إلى أدنى حد ما من الخسائر البشرية المخيفة المتعلقة بالصحة العامة .



شكل (٢١)

التطهير الشمسي



شكل (٢١)

أستخدام المطهر الشمسي لتطهير مياه الشرب — دولة نيبال

تكنولوجيات بسيطة خاصة في تطهير المياه :

١ — أستخدام مسحوق الكربون المنشط .

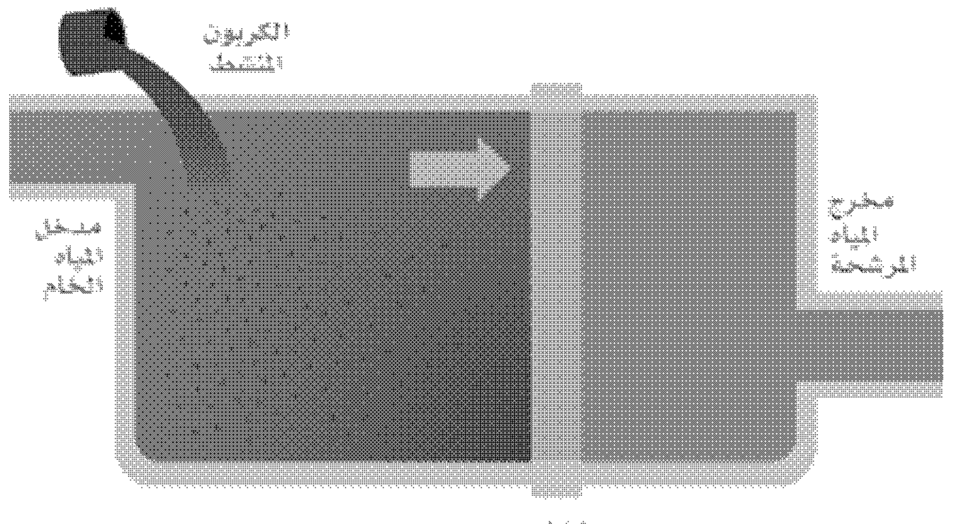
٢ — أستخدام الكربون المنشط الحبيي .

٣ — تبادل الأيونات .

٤ — أستخدام أكسيد الألومنيوم المنشط .

** مسحوق الكربون المنشط :

يعتبر مسحوق الكربون المنشط مادة مطهرة مباشرة عند مزجه إلى إمداد المياه أو عن طريق حوض خلط . وينطوي هذه المزج علـــى عمليـــات كيماوية و فيزيائية لإزالة الملوثات العضوية و المركبات التي تنقل اللون ، والمذاق ، والرائحة إلى المياه — شكل (٢٢).



شكل (٢٢)

أضافة مسحوق الكربون المنشط

و الكربون المنشط– وهو مادة تشبه كثيرا الفحم العادي – غير أن الكربون المنشط يعالج بالحرارة والأكسدة حتى يصبح مساميا إلى حد كبير وقادرا على جذب أو اصطياد الجسيمات التي تعكر صفو المياه.

كذلك فإن الكربون المنشط لا يجذب الملوثات وحسب ، وإنما أيضا المواد العضوية المذابة طبيعيا (معظمها غير ضار). لذلك، فإن الأمر يحتاج إلى مراقبة للتأكد من أن جرعات الكربون عالية بالقدر الذي تمتص به جميع الملوثات.

ويوجد شكلان مختلفان للكربون المنشط في الاستخدام العادي ، الكربون الحبيبي المنشط ، ومسحوق الكربون المنشط. ومن الناحية المادية، يختلف الاثنان كما يوحي اسماهما– من حيث حجم الحبيبات وقطرها.

ومسحوق الكربون المنشط خيار رخيص للمعالجة (التكلفة الرئيسية) عادة ما يمكن إضافته إلى البنية التحتية لنظام معالجة قائم . وتجعل هذه المرونة مسحوق الكربون المنشط خيارا جذابا لحالات معالجة المياه الملوثة على المدى القصير . وهو مفيد على نحو خاص لمعالجة عيوب المذاق واللون.

ويعمل مسحوق الكربون المنشط بسرعة وكفاءة ولكن قدرته على إزالة الملوثات أقل من قدرة الكربون الحبيبي المنشط ، ويصبح مكلفا إذا تعين استعماله على أساس متواصل . وعندما تستكمل العملية يجب إزالة مسحوق الكربون المنشط عادة بالترشيح . وبوجه عام ، فإن الكربون المنشط أفضل من نظام تبادل الأيونات في إزالة المواد العضوية.

** الكربون المنشط الحبيبي :

يتألف الكربون الحبيبي المنشط من جسيمات يبلغ قطر كل منها نحو ملليمتر واحد – أي أكبر من ١٠ إلى ١٠٠ مرة من حبيبات المسحوق . وهو عادة ما يرتب في قاعدة أو عمود تمرر مياه المصدر أو تقطر من خلاله ببطء. وأحيانا يتم ربط عدة أعمدة منه بعضها ببعض في نظام موحد.

ومثله مثل مسحوق الكربون المنشط ، يجذب الكربون الحبيبي المنشط الملوثات المعروفة ، و كذلك المواد العضوية المذابة طبيعيا ، ومعظمها غير ضار . لذلك، فإن المراقبة المتأنية مطلوبة للتأكد من أن كربونا كافيا لا يزال منشطا لامتصاص جميع الملوثات . كذلك فإن الرواسب الجسيمات العالقة قد تسد النظام وتقلل من فعاليته. ومع أن التكلفة الرئيسية لأنظمة الكربون الحبيبي المنشط أعلى ، فإنها قادرة على إنجاز مستويات عالية من الإزالة ، وتكاليف تشغيلها (معظمها تكلفة استبدال المستهلك من الكربون الحبيبي المنشط) أقل إذا احتاج الأمر إلى عملية إزالة متواصلة.

وقد تعمل هذه الأنظمة أيضا كمرشحات مياه بيولوجية دون أن تقلل من فعاليتها إذا سمح للميكروبات المفيدة بالتوالد داخل النظام .

** تبادل الأيونات :

هي ذرات أو جزيئات مشحونة كهربائيا تعرف باسم أيونات. وتستخدم عملية المعالجة بتبادل الأيونات مواد راتنجية خاصة لإزالة الملوثات غير العضوية المشحونة مثل الزرنيخ والكروم والنترات والراديوم و والفلوريد الزائد عن الحد من المياه.

وعندما يتم تمرير مياه المصدر خلال سلسلة من حبيبات الراتنج ، فإنها تتبادل ملوثاتها المشحونة مع الأيونات المشحونة غير الضارة المخزنة على سطح الراتنج . ويقوم الراتنج المبادل الأيونات عندئذ بتخزين الملوثات التي يتم جذبها فيه. وبسبب عملية التراكم هذه ، يجب أن يتم تنظيف الراتنج بصورة دورية باستخدام محلول يجدد شحن موردها من الأيونات غير الضارة القابلة للتبادل .

ويأتي راتنج الأيونات المتبادلة على صورتين : أيونات الراتنج الموجب الشحنة (الكاتيونات)، التي تتبادل أيونات موجبة الشحنة مثل الكالسيوم والمغنيسيوم والراديوم ، أما الصورة الثانية فهي الراتنج السالب الشحنة (الأنيونات) وتستخدم لإزالة الأنيونات مثل النترات أو الزرنيخ أو الزرنيخيت أو الكرومات. ويجدد النوعان على السواء باستخدام محلول ملحي (كلوريد الصوديوم). وفي حالة أيونات الراتنجات الموجبة الشحنة (الكاتيونات) ، تزيح أيونات الصوديوم الأيونات الموجبة الشحنة من موقع التبادل ؛ وفي حالة أنيونات الراتنج السالبة الشحنة (الأنيونات)، يزيح الكلوريد الأنيونات الغير مطلوبة من موقع التبادل . وكقاعدة عامة ، تتميز الأيونات الموجبة الشحنة بأنها أكثر مقاومة للفساد من الراتنجات سالبة الشحنة. ويمكن أن يصمم الراتنج بحيث يظهر تفضيلا لأيونات معينة ، ومن ثم يمكن تعديل العملية بسهولة لتناسب نطاقا واسعا من الملوثات المختلفة.

وتحقق عملية المعالجة هذه أفضل نتائجها بالنسبة للمياه الخالية من العوالق ، لأن العوالق يمكن أن تتراكم على الراتنج ويحد من كفاءته فعاليته.

ويعتبر تبادل الأيونات نظاما شائعا لمعالجة المياه يمكن تجهيزه بحيث يناسب حجم أي مرفق للمعالجة. ويمكن تكييفه أيضا لمعالجة المياه .

** أكسيد الألومنيوم المنشط :

تستخدم المعالجة بأكسيد الألومنيوم المنشط لجذب وإزالة الملوثات مثل الزرنيخ والفلوريد ، التي توجد في صورة تحتوي على أيونات سالبة الشحنة. ويحفظ أكسيد الألومنيوم المنشط (وهو شكل من أشكال أكسيد الألومنيوم) عادة في علب تمر فيها مياه المصدر لمعالجتها . ويمكن ربط سلسلة من هذه العلب معا لتتماشى مع متطلبات حجم المياه في أي نظام معالجة خاصي .

وفيما يمتص أكسيد الألومنيوم الملوثات ، يفقد قدرته على معالجة المياه . ولهذا ، يجب مراقبة نوعية المياه المعالجة بدقة لضمان استبدال العلب قبل أن تفقد فعاليتها في المعالجة. وتتأثر قدرة أكسيد الألومنيوم بدرجة كبيرة أيضا بدرجة أو رقم الحموضة **pH** في المياه وكلما قل رقم الحموضة تركيز **pH** كلما كان ذلك أفضل . ويبدأ معالجة أولية كثير من الأنظمة المعالجة باستخدام معالجة أولية بالحامض للاستفادة من هذه الضرورة .

و تمثل نوعيه مياه المصدر اعتبارا هاما بالنسبة لأنظمة أكسيد الألومنيوم المنشط . فعنصر المعالجة يجذب الملوثات ، وليس هذا فحسب بل يجذب أيضا الكثير من الأيونات السالبة الشحنة الأخرى غير المستهدفة والتي توجد في مياه المصدر. ويمكن أن يحد هذا من قدرة أكسيد الألومنيوم على جذب وإزالة الأيونات المستهدفة .

ويمكن أن تكون تكنولوجيا إزالة الملوثات باستخدام أكسيد الألومنيوم باهظة التكاليف ، ويرتبط جانب كبير من التكاليف بالتخلص من المياه الملوثة التي تنشأ عندما يتم تطهير أكسيد الألومنيوم من الملوثات "ويعاد ضبطه" للاستخدام مرة أخري . وتتطلب أنظمة أكسيد الألومنيوم المنشط الكبيرة توفير مستوى عال من الخبرة التشغيلية وتلك المتعلقة بالصيانة ، وبالتالي فهي نادرة الاستخدام نسبيا.

والأكثر شيوعا هو الأنظمة التي تتم علي نطاق صغير والتي يمكن تكييفها لتناسب أي قدر من الاحتياجات للمياه المعالجة .

ثالثا : إمداد القرى المتناثرة بمياه الشرب من محطة رئيسية (المحطة الأم) :

مقدمة :

يتواجد في جمهورية مصر العربية حوالي ٣٠٠٠٠ قرية وعزبة و نجع ، وهى مجتمعات متناثرة و صغيرة . وبطبيعة الحال ، يلزم إمداد وتغذية هذه المجتمعات بالمياه الصالحة للشرب . وهذه المسئولية تلقى عبئا كبيرا على موارد الدولة ومتطلبات لاعتمادات ضخمة جدا فضلا عن زمن طويل لتحقيق هذا الهدف .

وعملت دراسات مستفيضة في هذا المجال لتبسيط وتجزئه المشكلة ، ومن ضمن هذه الحلول هو إنشاء محطة لتنقية المياه تتوسط عدة قرى وتقوم بإمداد هذه القرى بالمياه النقية عن طريق ضخ المياه بالطلمبات من هذه المحطة من خلال خط طرد وتصب في خزان عالي بسعة كافية وارتفاع كافيين لتغذية كل قرية .

علي أنه لا يجب أن يؤخذ هذا الحل بشكل مطلق ، فيمكن أن تكون تكلفه خط الطرد والطلمبات ، أكبر من تكلفة إنشاء محطة تنقية مستقلة . لذلك فإنه من الضروري عمل دراسة جدوى لهذا الموضوع .

وهذا النظام تأخذ به الدولة حاليا ، فيوجد الآن المحطات الأم مثل محطة تنقيه المياه في مدينه أرمنت والتي ستغذي المدينة بالأضافة إلى القرى المحيطة (تحت الإنشاء) ، كما أن هناك محطة تنقيه المياه بمدينه قنا (حديثة الإنشاء) ، والتي ستقوم بتغذية المدينة والقرى المجاورة والتي تبلغ ٢٥ قرية .

دراسة الجدوى :

يتم دراسة تكلفة كل طريقة على حدة وبيان الصعوبات المحتملة :

تكلفة إنشاء المحطة الأم :

١ – زيادة في رقعة الأرض .

٢ – زيادة في الكيماويات وتكاليف التشغيل والصيانة.

٣ – إضافة تكلفة إنشاء خط الطرد والصمامات والأعمال الصناعية المتوقعة عليه ، أضافة إلى صيانته وتشغيله .

٤ – سهولة السيطرة على التلوث وإتباع الطرق الصحية السليمة وأخذ عينات المياه باستمرار .

٥ – يشترط أيضا وجود مصدر مائي كافي وكذلك مصدرا مناسبا للطاقة .

تكلفة إنشاء محطات صغيرة منفصلة والصعوبات المنتظرة:

١ – قيمة الإنشاءات والأرض المقام عليها المحطة .

٢ – تكاليف التشغيل والصيانة المستمرة والإحلال والتجديد وتكلفة توريد الكيماويات .

٣ – يتطلب الأمر ضرورة تواجد فنيين مستقلين لتشغيل وصيانة المحطة .

٤ – يشترط أيضا وجود مصدر مائي كافي وكذلك مصدرا مناسبا للطاقة .

مميزات تطبيق نظام المحطة الأم :

١ – تتركز أعمال التشغيل والصيانة في مكان واحد .

٢ – تتركز طلبات المحطة من قطع غيار وكيماويات في مكان واحد .

٣ – التوفير في الأرض المقام عليها المشروع ، فيمكن تنفيذ محطة واحدة كبيره بدلا من إنشاء عدة محطات في أماكن متفرقة .

حاله دراسية :

تغذيه مياه الشرب عن طريق إنشاء محطة عمومية (محطة أم) – لتغذية مدينة قنا بالأضافة إلى تغذية القرى المحيطة :

تم إنشاء محطة تنقية مياه بمدينه قنا (جمهورية مصر العربية) ، بالنظام التقليدي ، لإمدادها بمياه الشرب بالأضافة إلى تغذية القرى المحيطة بمياه الشرب . تقام المحطة في قرية الصالحية المتاخمة لمدينة قنا على ترعة الكلابية ، طاقة المحطة التصميمية ٦٠٠ /١٢٠٠ لتر / ثانية .

يخرج من المحطة المذكورة خطان تغذية إلى مدينة قنا قطر كل منهما ٧٠٠ مم من الزهر المرن ، كما أنشأ أيضا ثلاثة خزانات مياه علوية سعة كل منها ٥٠٠٠ م٣ بارتفاع ٥٧ متر ، كما يخرج من المدينة ٢ خط قطر ٦٠٠ مم لتغذية القرى المحيطة :

الخط الأول :

لتغذية قرى بحري قنا ، يبدأ بقطر ٦٠٠ مم ويتدرج إلى ٢٠٠ مم وهي :

قري نجع الجزيرة – الشيخ عيسى – المخادمة – القناوية – الأشراف البحرية – الغوصة – الحجيرات – الطوابية – جزيرة الطوابية – أولاد عمرو – النوافلة .

أنشأ خزانا علويا سعة ١٧٠٠ م٣ بارتفاع ٣٠ متر + رافع أسفل الخزان حسب الضرورة .

الخط الثاني:

لتغذية قرى قبلي قنا ، يبدأ بقطر ٦٠٠ مم أيضا وهي :

قري الصالحية – نجع الشوبه – الشيخ ركاب – الجبلاوى – العيسليه – كرم عمران – أبنود – الأشراف القبلية – الكرادين – الهجانة .

رابعا : التغذية من مياه الأمطار :

مقدمة :

تصلح عملية التغذية بمياه الأمطار على الأماكن الممطرة طوال أو معظم فترات العام . ولما كانت جمهورية مصر العربية لا تتمتع بهذه الميزة ، إلا بمناطق الساحل الشمالي حيث الأمطار المتوسطة الكثافة ، فإنه لا يمكن الاعتماد بشكل أساسي على مياه الأمطار للحصول على احتياجاتنا اليومية ، ولكنها يمكن أن تسد ركنا كبيرا لهذه المجتمعات للحصول على ما تحتاجه من المياه .

يستلزم الأمر إعداد مسطحات لاستقبال مياه الأمطار ، ولعل أحسن هذه الطرق ، تهيئه أسقف المنازل والمباني لاستقبال هذه المياه وتجميعها ، لذلك فمن الأفضل إنشاء هذه الأسقف بميول علي شكل هرمي – شكل (٢٣) ، على أن ينفذ جرجورى للمطر لصرف مياه المطر على ماسورة رأسية تتصل بحوض مجاور للمبنى لتخزين هذه المياه – شكل (٢٤) .

وتجدر الأشارة إلى أنه بمجرد سقوط الأمطار على أسقف المباني ، فإنها تتلوث بفعل الأتربة الموجودة على السقف ، لذلك تجب العناية بهذا المسطح المستقبل للمطر وجعله أملس ونظيفا باستمرار .

تتجمع الأمطار على أسطح المنازل ، وتهبط من خلال الجرجورى والمواسير الرأسية إلى خزان مياه المطر ، والذي غالبا ما يكون تحت الأرض ، وأن يكون بعيدا عن مصادر التلوث مثل دورات المياه أو المصارف أو ما شابه ذلك . يفضل أن تمر المياه على مرشح رملي لحجز الشوائب والمواد العالقة قبل الذهاب إلى الخزان .

يبنى الخزان من الطوب أو الخرسانة بسعة مناسبة ، مع عمل ما يلزم لمنع تفاذية المياه من الجدران ، وأن يزود بفتحة كشف لزوم أعمال ا لصيانة . يزود الخزان أيضا بماسورة لتصريف الفائض من المياه إلى الخارج . يمكن أن تركب طلمبة يدوية علي سطح الخزان لرفع المياه للاستهلاك المترلي . ومن المعروف أن مناطق الساحل الشمالي هي أكثر الأماكن التي تسقط الأمطار عليها . تكون أقصى كثافة للأمطار في هذه الأماكن – كما هو مبين من سجلات محطات رصد الأمطار بالساحل الشمالي ، بالجدول (٤) :

متوسطات الأمطار الشهرية والسنوية لفترة ٤٠ سنة

(١٩٢٥- ١٩٦٥)

جدول (٤)

المحطة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيه	يوليه	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	الإجمالي
الأسكندرية	٤٦,٤	٢٧,٣	٨,٩	٣	١,٧	–	–	–	٠,٥	٧,٨	٣٣,٤	٥١,٦	١٨٠,٦
برج العرب	٤٢,١	٢٢,١	٤,٧	٤,١	٠,٦	–	–	–	٠,٤	١٣,٧	٣١,٤	٣٥,٥	١٥٦,٦
الحمام	٢٨,٥	١٨,٧	٥,٣	١,٥	٠,٥	–	–	–	٣,١	٨,٩	٢٥,١	٢٨,٣	١١٩,٩
الضبعة	٣٢,٦	١٨,١	٩,٢	٢,٦	٢,٦	–	–	٠,٣	١	٨,١	٢٩,٣	٣٦,٨	١٤٠,٦
فوكه	٢١,٨	١٨,٥	٤,٨	١	١,٥	–	–	–	٠,٨	١١,٧	١٩,١	٢٩,٢	١٠٨,٤
م / مطروح	٣٦,٤	٢٠,٣	١٠,٣	٣,٨	٢,٢	١,٩	–	٠,٥	٠,٩	١٢,١	٢٣,٦	٣٥,٦	١٤٧,٦
س / براني	٣٨,١	١٩,٤	١٠,٢	١,٦	٢,٨	٠,١	–	٠,١	٠,٣	١٤,٤	٢١,٩	٣٥	١٤٣,٩
السلوم	١١,٣	١٥,٨	٨,٢	١,٣	٢,٨	–	–	٠,٥	٠,١	٧,٩	١٩,٨	٢٤,٥	١٠٢,٢

بدراسة كميات الأمطار الساقطة علي مدينة مرسى مطروح :

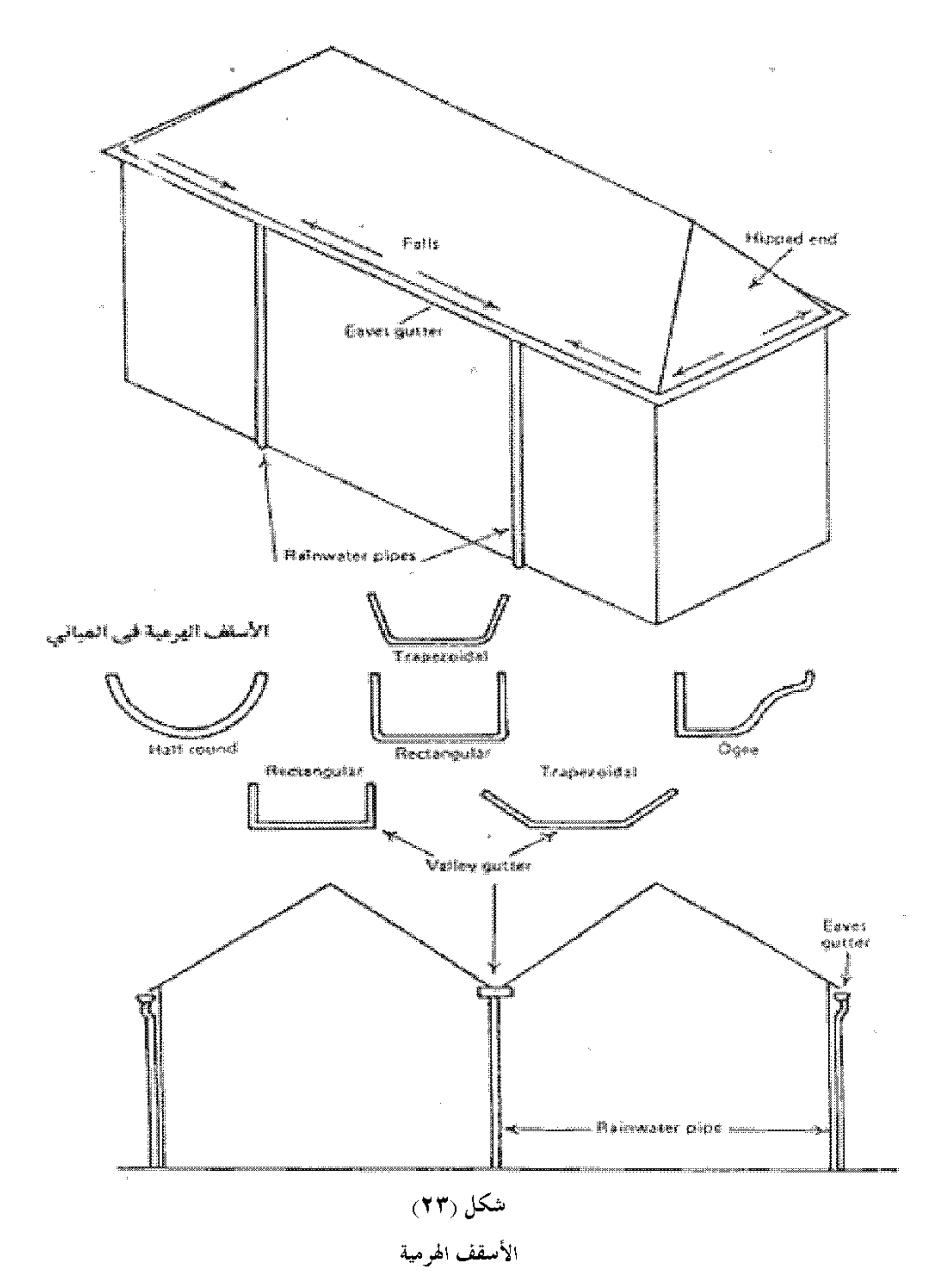
وبفرض أن المترل مقام علي مساحة ٢٠٠ م٢ :

تكون المياه المتجمعة على سطح المترل / الساعة = ١٤٧,٦ مم / م٢(أقصي كمية مياه – من الجدول) × ٢٠٠ م٢ = ٢٩,٥٢ م٣ .

بفرض أن استهلاك الفرد / يوم = ٥٠ لتر ، وأن عدد أفراد الأسرة = ٦ أفراد .

المدة اللازمة لتفريغ الخزان = ٢٩,٥٢ ÷ (٠,٠٥×٦) = ٩٨,٤ يوم .

أي أن تجميع مياه الأمطار يكفى أسرة مكونة من ٦ أفراد لمدة = ٩٨,٤ يوم ، مما يشير إلى أهمية استغلال هذا المصدر .



شكل (٢٣)

الأسقف الهرمية

حالة دراسية لاستخدام مياه الأمطار:

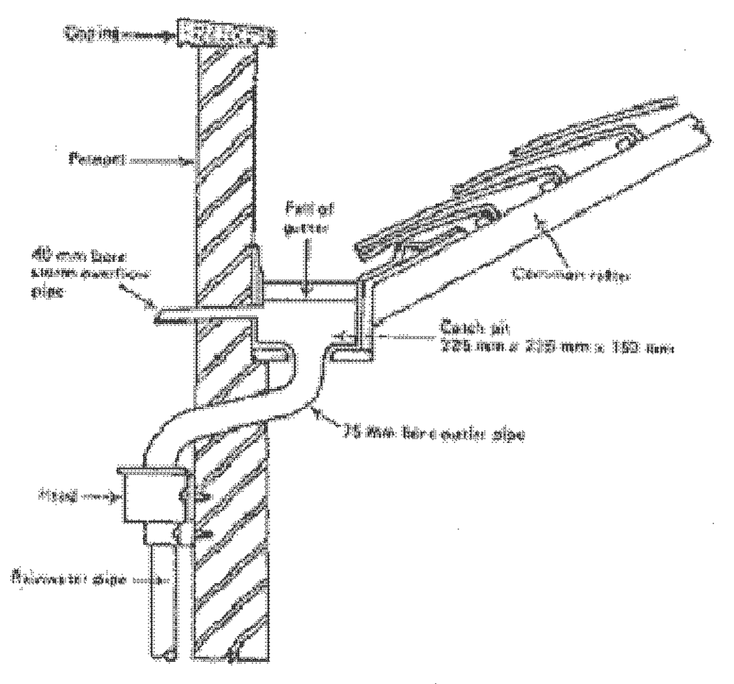
محافظة مرسى مطروح :

تعتبر محافظة مرسى مطروح من أكبر محافظات الجمهورية وتتميز بأنها صحراوية ويسكنها البدو الرحل . وفى الوقت الحالي ، تقوم الـسلطات بعمل مشاريع لتجميع مياه الأمطار المتوفرة بكثرة في هذه المناطق والتي تذهب سدي في البحر لاستغلالها للشرب و لأغراض التنمية الزراعية .

ويمكن تقسيم مصادر المياه في هذه المنطقة إلى القسمين التاليين :

١ – المياه الجوفية .

٢ – المياه السطحية .



شكل (٢٤)

تفاصيل السقف الهرمي ومزراب المطر

أولا : المياه الجوفية :

وهي عبارة عن المياه المتسربة من فوق سطح الأرض نتيجة لسقوط الأمطار وتجمعها داخل أحواض أو جيوب في باطن الأرض .

تستخرج هذه المياه بالطرق التالية :

١ – الآبار المحفورة :

(ويطلق عليها أسم السواني) ، وهى عبارة عن بئر يتم حفره يدويا ، قطر ١ – ١,٥ متر وبأعماق من ٣– ١٥ متر وتصل في بعض الأحيـــان إلى ٥٠ مترا . تختلف درجه الملوحة لهذه المياه من مكان إلى آخر حسب تكوينات التربة .

يبلغ تصرف البئر المحفور ٢– ٣ متر مكعب / ساعة . تستخدم المياه الناتجة في الشرب والزراعة ، وقد تزود هذه الآبار بمراوح هوائية لرفــع المياه الجوفية إلى سطح الأرض ، وفى أحيان أخرى تزود هذه الآبار بطلمبه يدوية لاستخراج المياه للاستعمال الآدمي . يراعى السحب المتوازن من البئر حتى لا تزداد ملوحة المياه نتيجة هذا السحب الزائد .

٢ – خنادق الترشيح :

يتم نحت هذه الخنادق في طبقه الحجر الجيري القريب من الشاطئ والموازى له ، تغذى هذه الخنادق من مياه الأمطار المتسربة في بـــاطن الأرض والتي تتدفق إلى البحر .

يراعى السحب المتوازن للمياه حتى لا تزداد ملوحة المياه نتيجة السحب الزائد .

ومما يساعد على تعويض كميات المياه المسحوبة من الآبار أو خنادق الترشيح ، أن تقام عده سدود ترابية أو مباني حجريه لحجز مياه الأمطـــار في الأودية لتتشبع بها التربة مما يزيد من عذوبة الماء وزيادة مخزنها .

ثانيا : المياه السطحية :

تتميز منطقه الساحل الشمالي الغربي بأن معدل سقوط الأمطار السنوي يكاد يكون مقبولا ، حيث يصل إلى ١٤٨,٦ مم / السنة . وحتى لا تضيع هذه الكميات وإمكانية استغلالها ، يتم عمل الآتي :

١ – إنشاء خزانات من المباني من الحجر أو الخرسانة :

حيث يتم عمل فرشة من الخرسانة العادية للأرضية ، ثم تبنى الحوائط ، و يعمل لها سقف من الخرسانة المسلحة . يتم عمل بياض مانع للتسرب للحوائط والأرضية لمنع الرشح . تكون طاقه الخزان مناسبة لاستيعاب كميات الأمطار المتوقعة والتي سترد إلى الخزان .

٢ – السدود الحجرية الصغيرة :

وتبنى من الدبش الغشيم الذي يتم جمعه من الأرض ، وينشأ في المزارع والمناطق قليلة الانحدار . الهدف من إنشاء هذه السدود هو جمع مياه الأمطار الساقطة أو الإبطاء من سرعتها أثناء نزول السيول وحتى يتاح لقدر كبير من المياه أن ينفذ خلال التربة . يتراوح ارتفاع السد من ١/٢ – ١ متر .

٣ – السدود المباني :

ويتم إنشائها في الأراضي شديدة الانحدار وخاصة في الوديان ، وتبنى من الدبش الغشيم والمونه الأسمنتية حتى لا تجرفها مياه السيول . يتوقف عرض السدود المباني علي طبيعة الوادي ودرجه انحداره ومساحة الأرض المطلوب زراعتها . يتم عمل مفيض أو أكثر في كل سد حتى يسمح للمياه الزائدة بالتصرف .

٤ – السدود الترابية :

تنشأ هذه السدود لإغلاق فتحات الوديان ومصباتها عند البحر لمنع ضياع مياه السيول إلى البحر . يمكن عمل تكسيه من الدبش ومونه الأسمنت لجوانب هذه السدود لمنع حدوث التعرية لها بفعل الرياح أو المياه

تنشأ أيضا هذه السدود في مجارى الوديان العريضة مع إنشاء مفيض مناسب لكل سد للتحكم في مرور مياه السيل إلى المزارع الموجودة خلف السد .

المعلومات الهيدرولوجية لمنطقة الساحل الشمالي الغربي :

تقرير عن تجميع المياه – الدكتور صلاح الشافعي – منظمه الأغذية والزراعة التابعة لهيئة الأمم المتحدة – ١٩٨٤:

** عدد الوديان الحاجزة للمياه ٢١٨ وادي

** مساحة مناطق تجميع الأمطار ١٠٢٦٤٠ كم٢

** متوسط كثافة الأمطار ٨٨,٧٢ مم

** كمية الأمطار السنوية = ٩١٠ مليون متر مكعب / سنة .

** الجريان السطحي للمياه ٢٤٨,٣٦٦ مليون متر مكعب / سنة .

** الرشح ٢٤٨,٣٦٦ مليون متر مكعب / سنة .

** تغذية الخزان الجوفي = ١٢٤,١٨ مليون متر مكعب / سنة .

خنادق الترشيح :

وتنفذ على شكل أنفاق في طبقة الحجر الرملي القريب من الشاطئ وتكون موازية له . مصدر المياه من الأمطار المتسربة من سطح الأرض والتي تتجه لتصب في البحر .

تم إنشاء ١٢٢٣٥ م.ط من هذه الخنادق من عام ١٩٦٠ – ١٩٨٠ .

تم إنشاء ٤٣٠٠ م.ط من عام ١٩٨٠ – ١٩٨٧ .

حاله دراسية (٢) :

تنمية الموارد المائية لغرض الشرب والزراعة بسيناء:

تحدث السيول بشكل سنوي على مناطق سيناء الشمالية والجنوبية ، تكتسح ما يقابلها من منشآت أو طرق وتذهب أخيرا إلى البحر .

ولو تم التفكير في ترويض مياه السيول و تجميعها و الحفاظ عليها ، يمكن أن نحصل علي ثروة كبرى تتمثل في كميات هائلة من المياه يمكن الأستفاده بها للشرب والزراعة مما ينعكس على تنمية المجتمع بشكل كبير .

ويمكن ترويض مياه السيول بإنشاء سدود ترابية أو حجرية في مسارات هذه المياه وتوجيهها إلي الأماكن المنخفضة والخزانات لتخزينها .

وبهذه الطريقة ، يمكن تلاشي الكوارث السنوية التي تحدث ، بجانب الحصول علي مياه شرب نقية لا تحتاج أي معالجة .

تبلغ مساحة سيناء ٦١٠٠٠ كم٢ ، ويسكنها ٢٥٠٠٠٠ نسمة ، غالبية السكان من البدو الرحل . ولتدبير موارد مائية لتوطين هؤلاء البدو وإمدادهم بمياه الشرب ، شرعت الدولة في تنمية مصادر المياه ، وذلك بعمل المشروعات التالية :

١ – حفر الآبار السطحية : والتي يمكن أن تمد عدة أسر من البدو باحتياجاتهم من المياه بجانب زراعة ٤ أفدنة / بئر .

٢ – إنشاء الهرابات المباني (الخزانات) : يقوم البدو بإنشاء خزانات بطاقة تخزين = ٨٠ متر مكعب تكفى للاحتياجات المائية للإنسان و الحيوان طوال فتره الجفاف .

٣ – حفر الهرابات الصخرية (خزانات داخل الطبقة الصخرية) : يتم حفر خزانات سنويا في الصخر تسع ١٠٠ م٣ من المياه لاستيعاب و تخزين مياه السيول ، وتعتبر الهرابات الصخرية أفضل طرق التخزين لمياه الأمطار المحدودة .

محطات المياه المدمجة (النقالي) Compact Units :

تلعب هذه المحطات دورا رئيسيا في أمداد المجتمعات الصغيرة والمتناثرة بالمياه النقية الصالحة للشرب .

وهي محطة متكاملة تنقي المياه بكفاءة حيث تشمل – شكل (٢٥) :

١ – مأخذ (علي المياه السطحية) .

٢ – الترسيب الأبتدائي

٣ – الترويب .

٤ – الترشيح .

وتبلغ تصرفات هذه المحطات من ٣٠ – ٩٠ لتر / ثانية .

ومن عيوب هذه المحطات :

- أحتياجها لتكلفة عالية للتشغيل والصيانة .
- نقص قطع الغيار اللازمة – حيث غالبا ما تكون هذه الوحدات في المناطق الريفية حيث ضعف الأمكانات.
- نقص العمالة المدربة .
- نقص مستلزمات التشغيل مثل الكيماويات والكلور .
- كثرة أنقطاع التيار الكهربي .

لهذه الأسباب ، فأنه يجب أعتبار هذه المحطات كحل مؤقت لسد العجز في أمدادات المياه .

مكونات المحطة :

١ – المأخذ :

يكون مأخذ مؤقت يناسب موقع المحطة .

٢ – مرحلة الترسيب الأبتدائي :

تكون هذ الأحواض أما دائرية أو مستطيلة . تزود بألواح مائلة للمساعدة علي ترسب الحبيبات حيث يزيد الحجم المؤثر للحوض الي عشرة أضعاف .

٣ – مرحلة الترسيب بأضافة الكيماويات :

يتم هذا في أحواض الترويق ، تضا المروبات اللازمة كما يضاف كلور مبدئي للتخلص من الطحالب وتخفيف الحمل البكتيري علي المرشحات .

٤ – الترشيح :

يكون باستخدام ٣ مرشحات ضغط سريعة .

٥ – التطهير :

يستخدم الكلور في تطهير المياه الواردة من المرشحات – التعقيم النهائي .

معدل حقن الكلور = ١٠ جزء/ مليون .

الحقن النهائي للكلور ، يكون الكلور المتبقي في الماء المعالج = ٠,٣ حد أقصي .

٦ – تخزين المياه :

تخزن المياه المنقاة في خزانات جاهزة من الصلب سعتها = ٢٠٠ م٣ يتم السحب منها وضخها في شبكة التوزيع مباشرة الي المستهلكين .

المواصفات الفنية لوحدات التنقية المدمجة :

مساحة الأرض المطلوبة : ٣٠٠ م٢ .

أقصي مسافة بين المأخذ والمحطة : ١٠٠٠ متر .

سعة الوحدة : ١٠٠ م٣ / ساعة .

فترة التشغيل : ٢٠ ساعة / يوم .

وزن مكونات الوحدة فارغة : ٤٠ طن .

وزن مكونات الوحدة عند التشغيل : ١٢٥ طن .

القدرة الكهربائية المركبة : ١٢٥ كيلووات .

القدرة الكهربائية عند التشغيل : ٤٥ كيلووات .

بيانات الأداء :

منطقة الترسيب الأبتدائي :

معدل التحميل الهيدروليكي للسطح : ٣ متر / ساعة .

مدة تكوين القشور : ١٢ دقيقة .

منطقة الترسيب :

معدل الحمل الهيدروليكي للسطح: ١ م / ساعة .

سرعة الترشيح : ١٢ م / ساعة

الضغط الأقصي للمياه المعالجة :

عند المخرج : ٤ ضغط جوي .

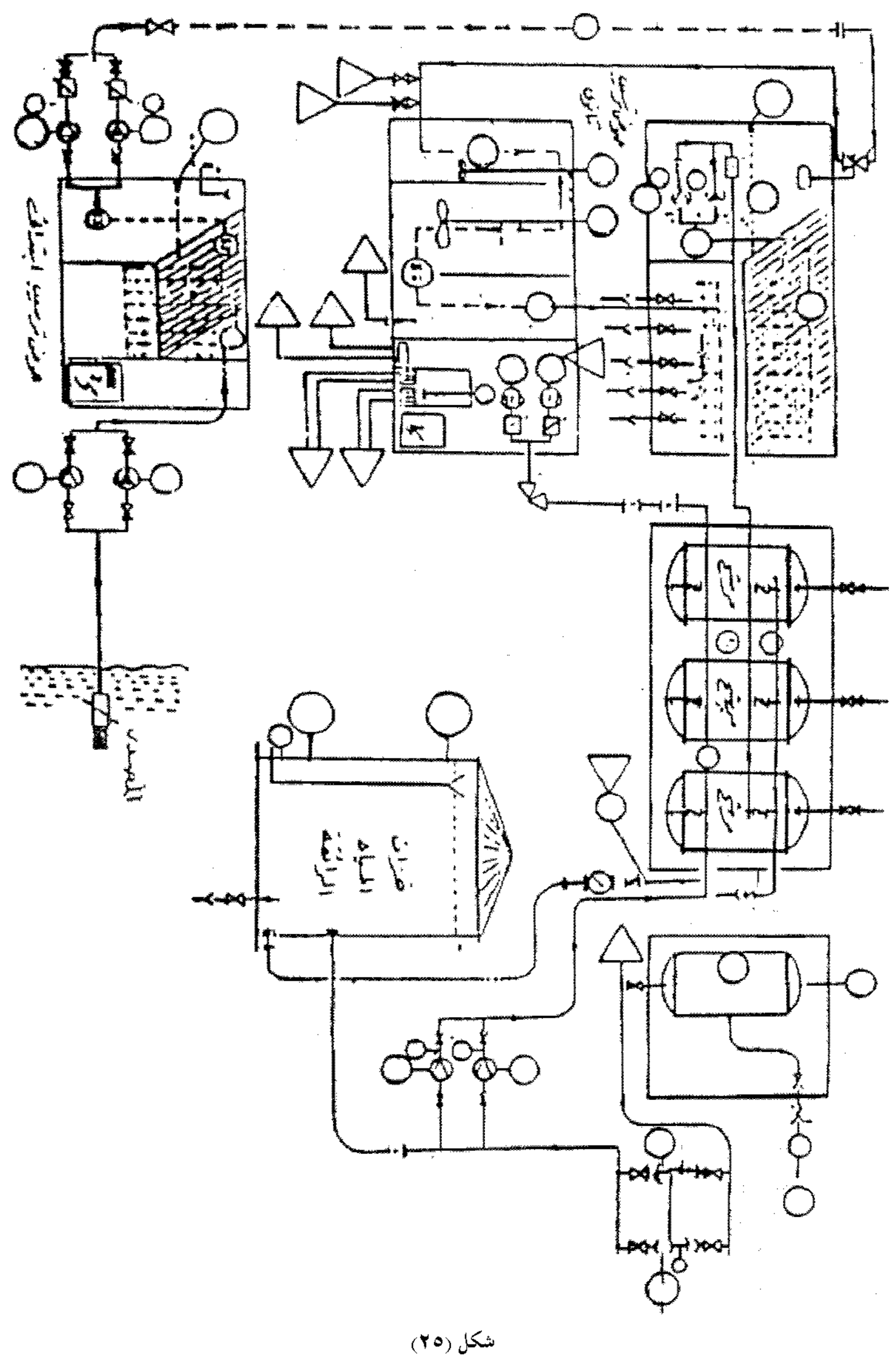
يتم عمل فرشة خرسانية مستوية أسفل وحدات المحطة .

مواصفات المياه قبل وبعد عملية التنقية – جدول (٥) :

جدول (٥)

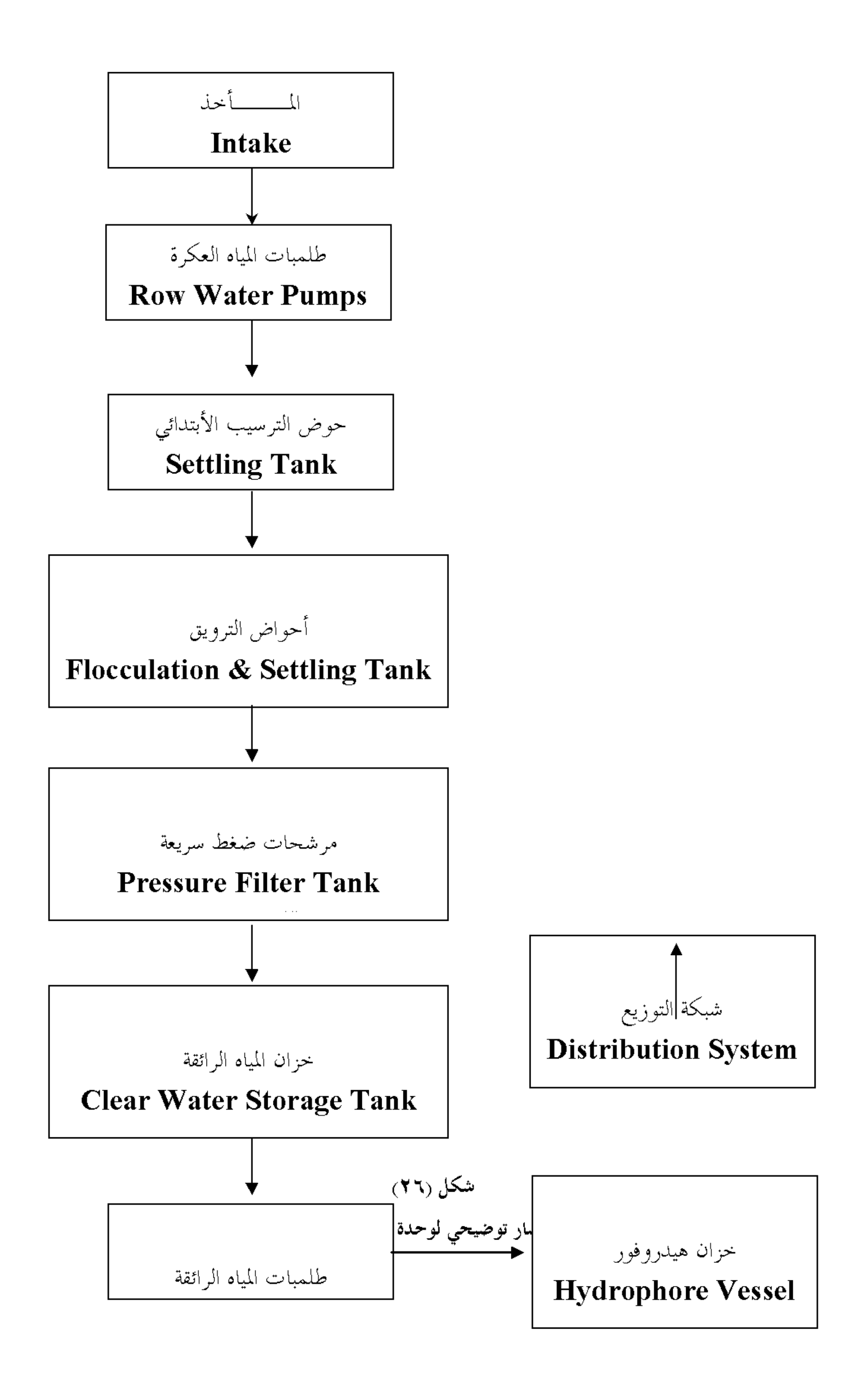
الشوائب والمواد	الوحدة	المياه العكرة الداخلة		المياه العكرة الخارجة	
		الحد الأعلي المطلوب	الحد الأعلي المسموح به	الحد الأعلي المطلوب	الحد الأعلي المسموح به
قياس pH	–	٧ – ٨,٥	٦,٥ – ٩,٢	٧ – ٨,٥	٦,٥ – ٩,٢
الشوائب المعلقة	JTU	٣٠٠٠	٥٠٠٠	٥	٢٥
المواد الصلبة	PPM	٥٠٠	١٥٠٠	٥٠٠	١٥٠٠
العسر	PPM	١٠٠	٥٠٠	١٠٠	٥٠٠
أملاح الكلوريدات	PPM	٢٠٠	٦٠٠	٢٠٠	٦٠٠
أملاح الكبريتات	PPM	٢٠٠	٤٠٠	٢٠٠	٦٠٠
الكلور	PPM	–	–	٠,٣	٠,٣

مسار توضيحي لوحدة تنقية مدمجة – شكل (٢٦).



شكل (٢٥)

محطة المياه المدمجة



شكل (٢٦)

ار توضيحي لوحدة

المراجع

١ – هندسة التشييد لمرافق المياه والصرف الصحي مهندس / محمود حسين المصيلحي .

٢ – دليل تخطيط وتصميم أنظمة مياه الشرب المكتب الأستشاري كيمونكس / القاهرة.

٣ – البيانات الهيدرولوجية المتوفرة للساحل الشمالي الغربي . تقرير عن تجميع المياه – الدكتور صلاح الشافعي – منظمة الأغذية والزراعة التابعة لهيئة الأمم المتحدة – ١٩٨٤.

٤ – تقرير للدكتور / سمير المنهراوي لتنقية الحديد والمنجنيز لمحاجر بني خالد – شركة جيوكيميكا الصناعية .

تحليـــة مياه البحار

مقدمة :

تعتبر المياه المالحة من مصادر المياه الهامة لإمداد المياه النقية الصالحة للشرب للأفراد . ورغم تعقد التكنولوجيات المستخدمة لتحلية هذه المياه وتكاليفها الباهظة ، فأنه لا يمكن الاستغناء عن هذا المصدر ، حيث توجد بعض التجمعات والقرى البدوية مثل السلوم وسيدي براني والنجيلة ومرسي مطروح بالساحل الشمالي الغربي لجمهورية مصر العربية وكذلك القرى السياحية بشواطيء البحر الأحمر ، يكون من المحتم أيجاد وسيلة لإمدادها بالمياه الصالحة للشرب .

عوامل اختيار الطريقة المناسبة للتحلية :

أولا : نوعية مياه البحر (تركيز الأملاح الذائبة الكلية) :

تصل كمية الأملاح الكلية المذابة في المياه في الخليج العربي – مثلا – إلى حوالي ٥٦٠٠٠ جزء من المليون كما أنها تتراوح ما بين ٣٨٠٠٠ إلى ٤٣٠٠٠ جزء من المليون في مياه البحر الأحمر.

ثانياً : درجة حرارة مياه البحر والعوامل الطبية المؤثرة فيه :

يجب مراعاة ذلك عند تصميم المحطات حيث أن المحطة تعطي الإنتاج المطلوب عند درجة الحرارة المختارة للتصميم بحيث لو زادت أو انخفضت درجة الحرارة عن هذا المعدل فإن ذلك يؤثر على كمية المنتج بالزيادة أو النقصان أما العوامل الطبيعية المؤثرة فتشمل المد والجزر وعمق البحر وعند مأخذ المياه وتلوث البيئة .

ثالثاً : تكلفة وحدة المنتج من ماء وكهرباء :

وذلك بمتابعة أحدث التطورات العالمية في مجال التحلية وتوليد الطاقة للوصول إلى أفضل الطرق من الناحية الاقتصادية من حيث التكلفة الرأسمالية وتكاليف التشغيل والصيانة .

وصف مبسط لمحطة تحلية :

يبدأ دخول مياه البحر إلى مآخذ مياه البحر من خلال مصافي وذلك لمنع الشوائب من الدخول إلى مضخات مياه البحر التي تقوم بدورها بضخ مياه البحر إلى المحطة . هذا ويتم حقن مياه البحر بمحلول هيبوكلوريد الصوديوم عند مآخذ مياه البحر أي قبل دخولها المحطة وذلك لمعالجتها من المواد البيولوجية العالقة بها . ويتم تجهيز هذا المحلول في خزانات ومن ثم يتم حقنه خلال مضخات بمعدلات حسب الطلب .

يوجد بمآخذ مياه البحر لوحات توزيع القوى الكهربائية التي تغذي المضخات وغيرها بالكهرباء ، كما يوجد أيضا أجهزة القياس والتحكم اللازمة لهذه المعدات . هذا ويتم انتقال مياه البحر بعد ذلك إلى المحطة والتي تتكون من عدة مراجل يتم خلالها معالجة مياه البحر وتجميعها .

وبالنظر إلى ما يحدث للعمليات المتتابعة المياه لحظة دخولها المحطة وحتى الحصول على المياه العذبة نجد أنه يتم إضافة بعض الكيماويات منها (البولي فوسفات) إلى مياه البحر قبل دخولها المحطة وذلك لمنع الترسبات (القشور **Scales**) داخل أنابيب المكثفات أو المبادلات الحرارية كما نجد أن مياه البحر هذه تمرر على أجهزة أخري للتخلص من الغازات المذابة بمياه البحر .

هذا وبعد ضخ الماء المنتج إلى محطة الكيماوية والتي يتم فيها معالجة المياه المنتجة بالمواد المختلفة مثل الكلور وثاني أكسيد الكربون والجير حتى يصبح حسب المواصفات المطلوبة عالمياً يتم نقله من محطة المعالجة الكيماوية إلى الخزانات الكبيرة التي تمد الشبكة بالماء الصالح للشرب.

إنتاج الطاقة الكهربائية في محطات التحلية :

عادة ما يتم استغلال جزء من البخار المنتج من محطات التحلية في عملية انتاج الطاقة الكهربائية لتغذية احتياجات محطة التحلية والمجمع السكني ومحطات الضخ ، وعليه يتم تصدير باقي الطاقة المنتجة من هذه المحطة إلى الشبكة الكهربائية . وبالنظر إلى محطة توليد الكهرباء نجد أنها تتكون أساساً من مجموعة من الغلايات تقوم بتحميص البخار المنتج من محطة التحلية والتوربينات البخارية الموصلة بالمولدات التي تنتج الطاقة الكهربائية . هذا وتشتمل المحطة على بعض المعدات المساعدة ومضخات وخزانات وقود وأنظمة مكافحة الحريق وبطاريات كهربائية لإمداد الأجهزة الضرورية بالطاقة عند حدوث إي خلل بالشكة ، هذا بالإضافة إلى الحاسب الآلي الذي بواسطته يمكن السيطرة على جميع أجهزة القياس والتحكم والمراقبة لكافة معدات المشروع .

تصنف المياه المالحة علي النحو التالي :

١ – مياه شديدة الملوحة : Brine Water وتكون نسبة الأملاح بها ٤٥٠٠٠ – ٦٠٠٠٠ جزء / المليون وتتواجد في البحار المقفلة مثل البحر الميت .

٢ – مياه مالحة Saline Water : وهي مياه البحار والمحيطات وتكون نسبة الأملاح بها ٣٠٠٠٠ – ٤٥٠٠٠ جزء / المليون .

٣ – مياه متوسطة الملوحة : Brackish Water : وتكون نسبة الأملاح بها ١٥٠٠٠ جزء / المليون .

٤ – مياه شديدة العسر : Very Hard Water : أكثر من ٣٠٠ جزء / المليون .

٥ – مياه عسرة : Hard Water ٢٠٠ – ٣٠٠ جزء / المليون .

٦ – مياه ذات عسر متوسط : ١٥٠ – ٢٠٠ جزء / المليون .

٧ – مياه ذات عسر خفيف : ١٠٠ – ١٥٠ جزء / المليون .

٨ – مياه متوسطة اليسر : ٥٠ - ١٥٠ جزء / المليون .

٩ – مياه يسرة : صفر – ٥٠ جزء / المليون .

التقنيات المناسبة والمستعملة عالميا لأزالة ملوحة المياه :

** نظام الترشيح بواسطة الأغشية (التناضح العكسي) **Reverse Osmosis** .

** وحدات تحلية مياه البحر بطريقة **تضاغط البخار** بالتفريغ **Vacuum Vapor Compression**.

** نظام تحلية المياه بطريقة التقطير الحراري الومضى **Multi-stage Flash Distillation**.

** تحلية المياه باستخدام المكثفات الشمسية **Solar Humidification**.

** تحلية المياه باستخدام طريقة الأقطاب الكهربائية **Electro Dialysis** .

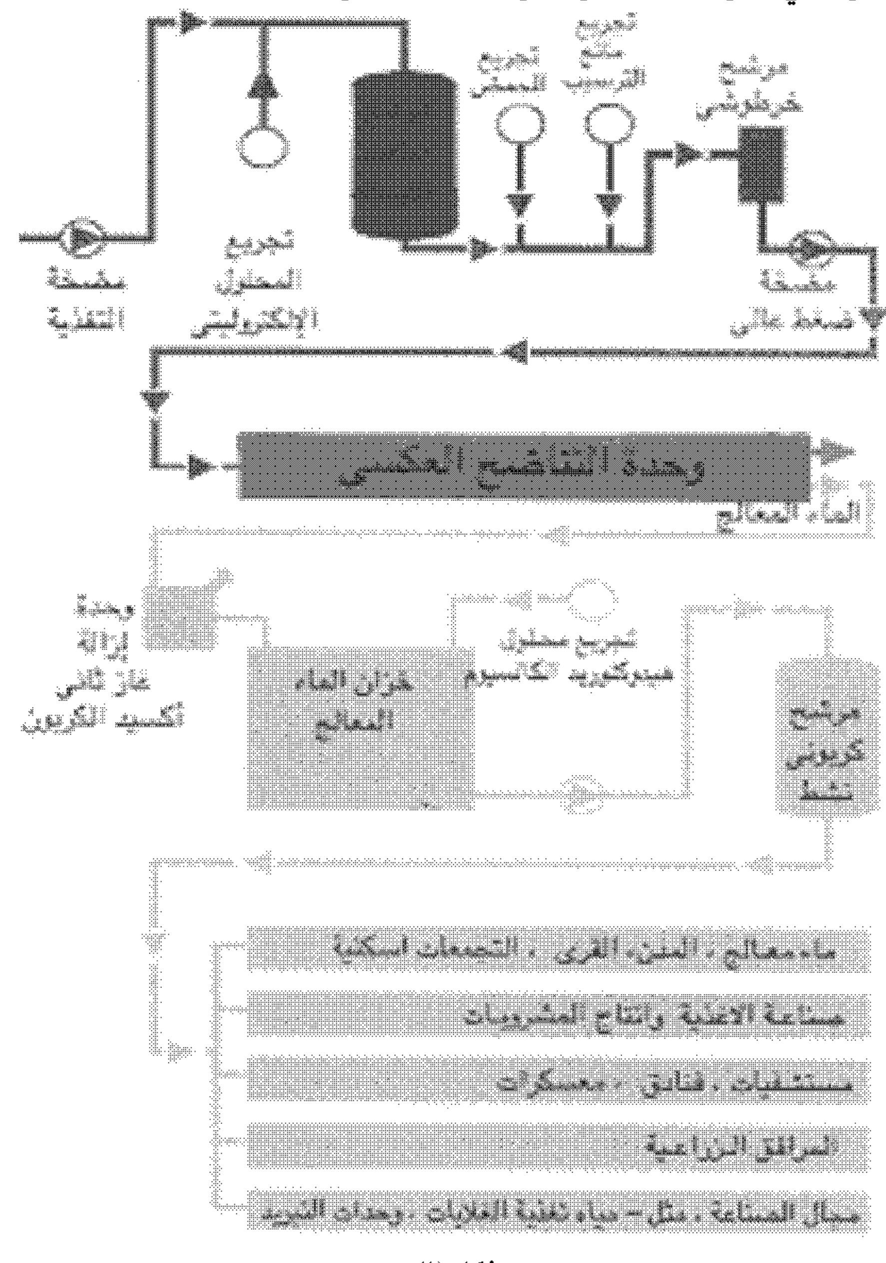
** طريقة التبادل الأيونى : **Ion Exchange Process** .

** التنقية باستخدام الأغشية **Membrane Distillation** .

** تجميد المياه المالحة **Freezing** .

أولا : الترشيح بواسطة الأغشية (التناضح العكسي) :

عملية التناضح العكسي هي أزالة ونزع الأملاح من المياه – سواء كانت مياه بحار مالحة **Sea Water** أو مياه آبار مالحة **Brackish Water**. وتحلية المياه بهذه الطريقة منتشرة في ١٢٠ دولة وتختص منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا بنصف كمية الأجهزة المستخدمة للتحلية . تعتمد فكرة هذه الطريقة على دفع المياه المالحة تحت ضغط عالي يصل إلى ٧٠ ض.ج داخل جهاز التناضح العكسي ، حيث تخرج المياه النقية إلى الخارج خلال ماسورة في محور أسطوانة الأغشية– شكل (١) ، وتخرج المياه المتخلفة شديدة الملوحة الي البحر ثانية . هذه النوعية من المعالجة لها المميزات الآتية :



شكل (١)

مخطط استخدام طريقة التناضح العكسي لتنقية المياه المالحة

١ – حجز ٩٩٪ من العناصر المذابة و ٩٧٪ من المواد العضوية و ٩٨ ٪ من المواد الغروية العالقة .

٢– معالجة المياه شديدة الملوحة حتى ٦٠٠٠٠ ملجم / لتر .

٣ – يصنع محليا ، تبلغ نسبة التصنيع حاليا ٥٠٪ ، كما تنتج هذه الأجهزة بطاقات من ١٥٠ – ١٥٠٠ م٣ / يوم .

٤ – سهولة التشغيل والصيانة .

٥ – إمكان استعادة جزء من الطاقة أثناء عملية التحلية ، وإمكان استخدامها لتوليد طاقة كهربية .

ملاحظات :

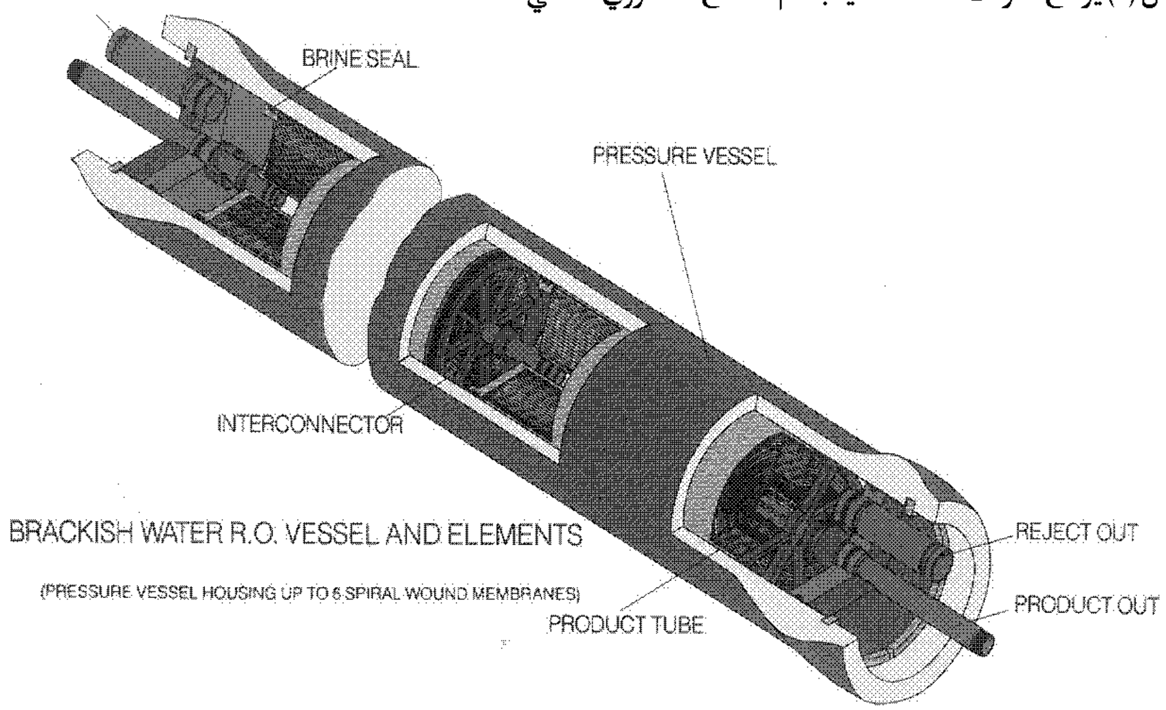
١ – تصنع هذه المحطات من معدن الحديد الغير قابل للصدأ .

٢ – يمكن توسيع المحطة مستقبلا في حالة زيادة كميات المياه.

٣ – تصنع معظم أجزاء المحطة في مصر .

٤ – الضغط المطلوب بين ١٧ – ٢٧ ض . ج للمياه متوسطة الملوحة **Brackish water** ، ٥٤ الي ٨٠ **ض.ج في حالة تنقية مياه البحار .**

شكل (٢) يوضح مكونات محطة التحلية بنظام التناضح الأسموزي العكسي .

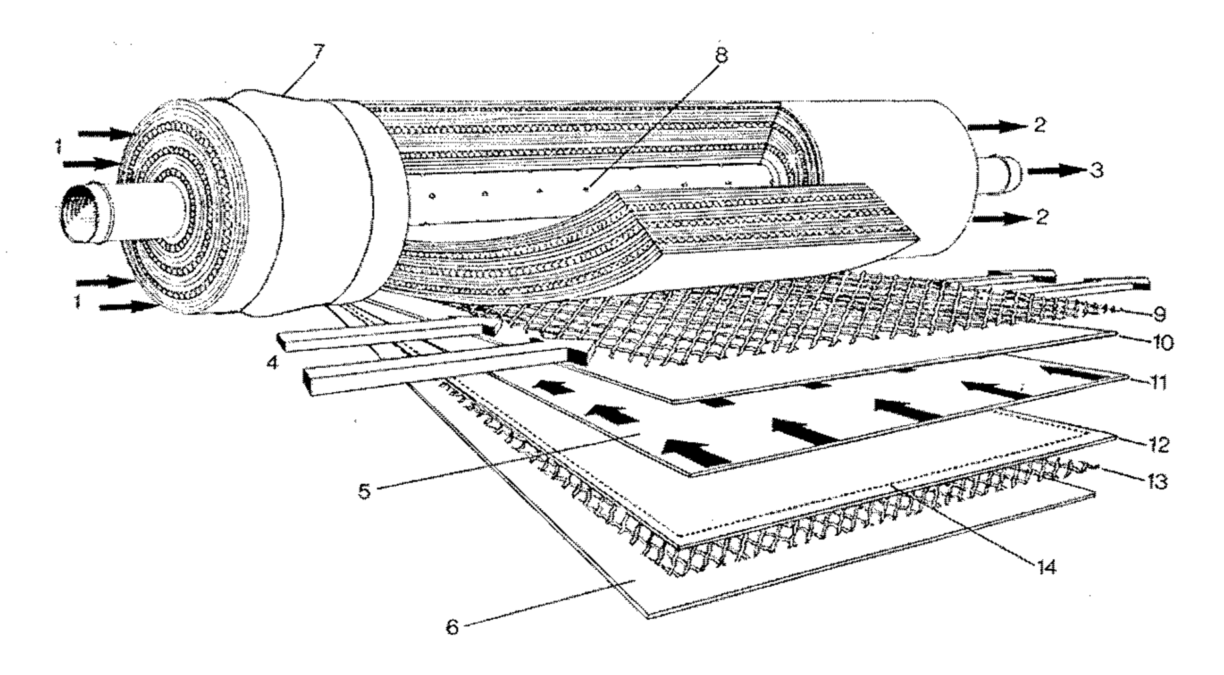


شكل (١)

نزع الأملاح خلال الأغشية

وصف الجهاز :

الجهاز عبارة عن أسطوانة مركب عليها غشاء مصنوع من الألياف ، هذا الغشاء له القدرة على تحمل الضغط العالي المسلط على المياه والذي يمكن أن يصل إلى ٨٠ ض . ج . يصنع الغشاء من الألياف الملفوفة حلزونيا **Spiral Wound** على أسطوانة ، أو من الألياف الدقيقة المجوفة **Hollow Fine Fiber** – شكل (١) .

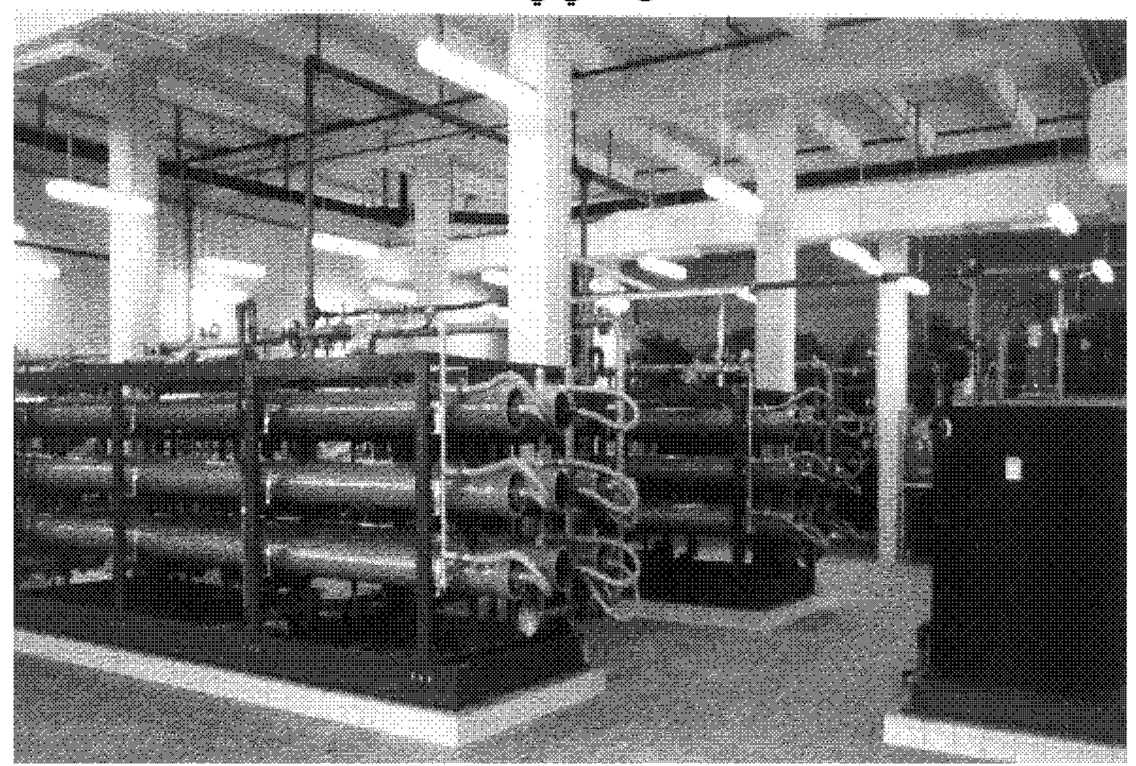


1. *Raw water.*
2. *Reject.*
3. *Permeate outlet.*
4. *Direction of flow of raw water.*
5. *Direction of flow of permeate.*
6. *Protective coating.*
7. *Seal between module and casing.*
8. *Perforated tube for collecting permeate.*
9. *Spacer.*
11. *Membrane.*
11. *Permeate collector.*
12. *Membrane.*
13. *Spacer.*
14. *Line of seam connecting the two membranes.*

Spirally-wound module.

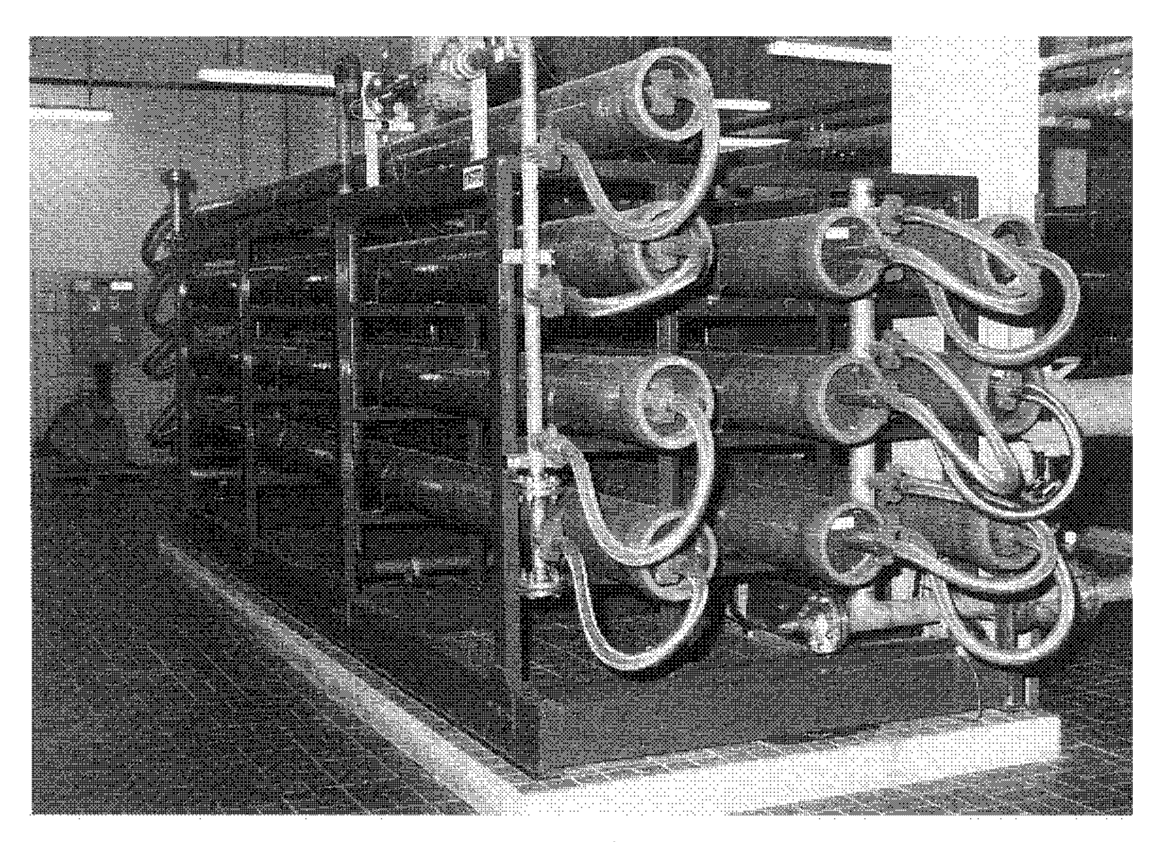
شكل (١)

قطاع تفصيلي في الأغشية



شكل (٢)

أسطوانات التناضح الأسموزي العكسي بمحطة تحلية المياه



شكل (٢)

أسطوانات التناضح الأسموزي العكسي بمحطة تحلية المياه

طريقة عمل الجهاز:

١ — تضخ المياه من البئر أو البحر إلى محطة المعالجة الي خزان تجميع المياه المالحة – تكون هذه العملية أول مراحل تنقية المياه الداخلة الي المحطة حيث تكون المياه الواردة من البئر قد ترشحت مبدئيا وتخلصت من بعض الشوائب من جراء الفلتر المحيط بالبئر .

٢ – يتم عمل تنقية أبتدائية **Pretreatment** وذلك للتخلص من بعض الشوائب والمواد العالقة التي قد توجد بالمياه عن طريق المرشحات **Multimedia Filters** (خليط من الرمل والزلط) ، وقد نحتاج الي :

** أضافة كلور لتعقيم المياه الداخلة وذلك في حالة وجود تلوث .

** أكسدة المياه للتخلص من الحديد والمنجنيز الموجود بالماء بضخ هواء أسفل المياه داخل الحوض .

** الاحتياج إلى مرشحات لفصل أكاسيد الحديد والمنجنيز والعوالق المتأكسدة عن المياه .

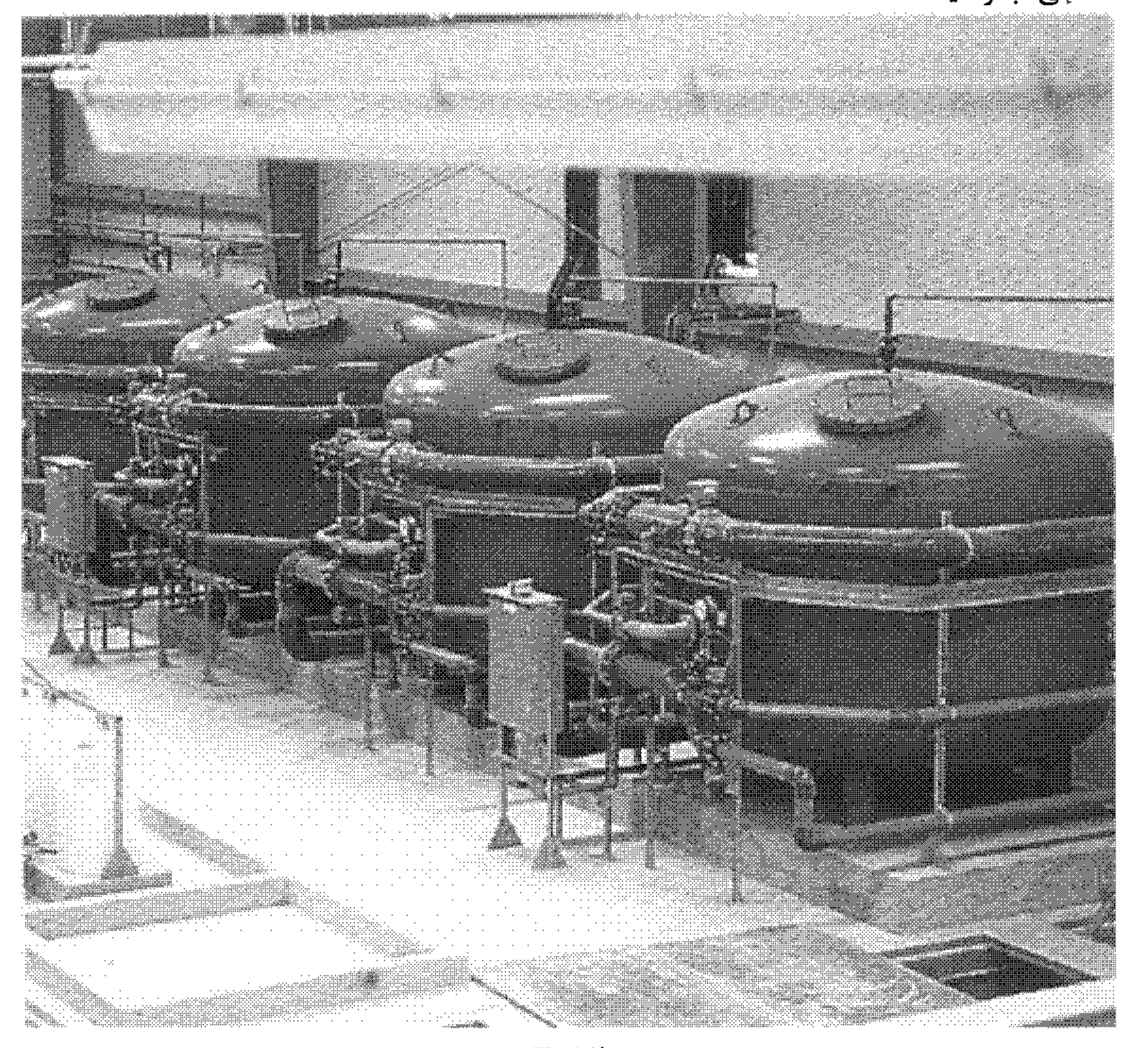
** التخلص من الطعم والروائح والغازات مثل غازات ثاني أكسيد الكربون وغاز كبريتيد الأيدروجين .

** أضافة مواد مروبة للمساعدة على ترسب المواد الغروية حتى لا تسد مسام الأغشية .

** تمرير المياه على خزان منع القشور **Scale Inhibitor** التي يتسبب فيها كربونات الكالسيوم وكبريتات الكالسيوم والمواد العضوية .

٣– تضغط المياه الخارجة من المرشحات **Multimedia Filters** – شكل (٣) بواسطة طلمبات الضغط العالي الي داخل الأغشية السليولوزية الي الخارج وقد تخلصت من نسبة عالية من ملوحتها .

٤ – تدخل المياه إلى وحدات أخري ليتم نزع باقي الأملاح . تخرج المياه العذبة إلى الخزانات بينما تتجه المياه الشديدة الملوحة المتخلفة إلى البحر ثانية .



شكل (٣)

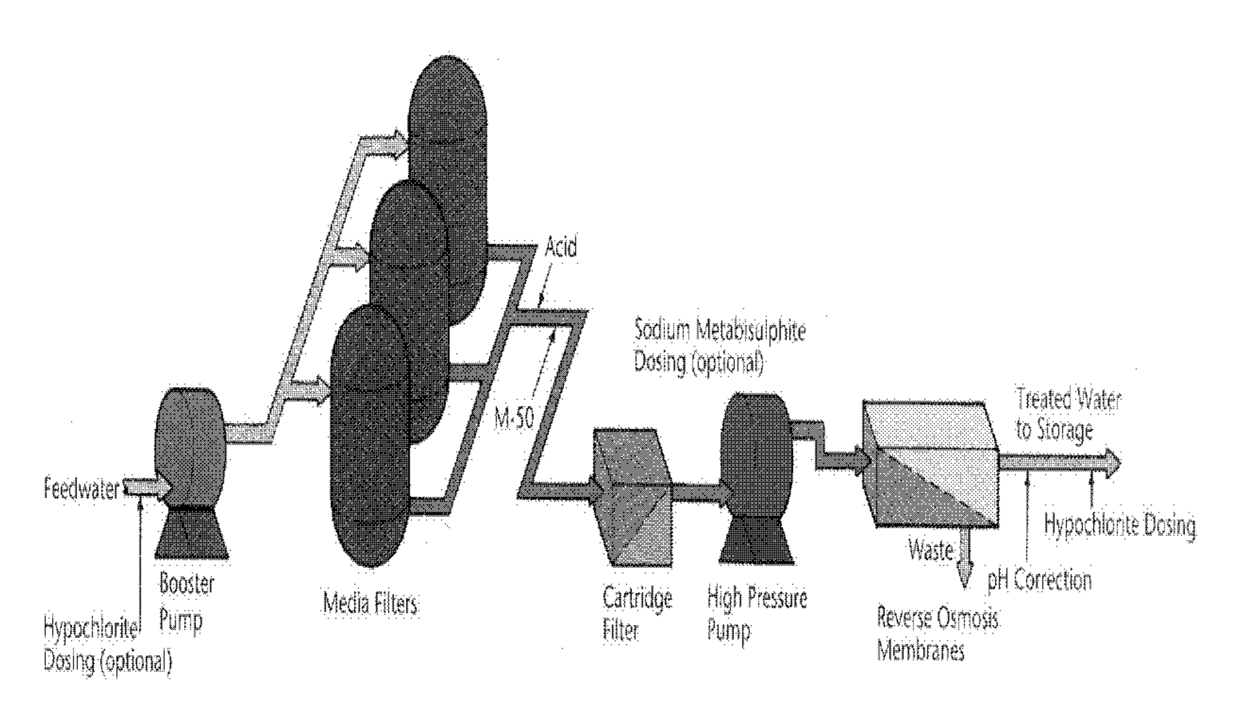
الفلاتر **Multimedia**

يتراوح الضغط اللازم لتنقية المياه المالحة من ٥٤ ض.ج الغربي ٨٠ ض.ج ، كما يبلغ الضغط اللازم لتنقيه المياه الآبار الأقل ملوحة من ١٧ض . ج إلى ٢٧ ض . ج .

المعالجة النهائية Post Treatment :

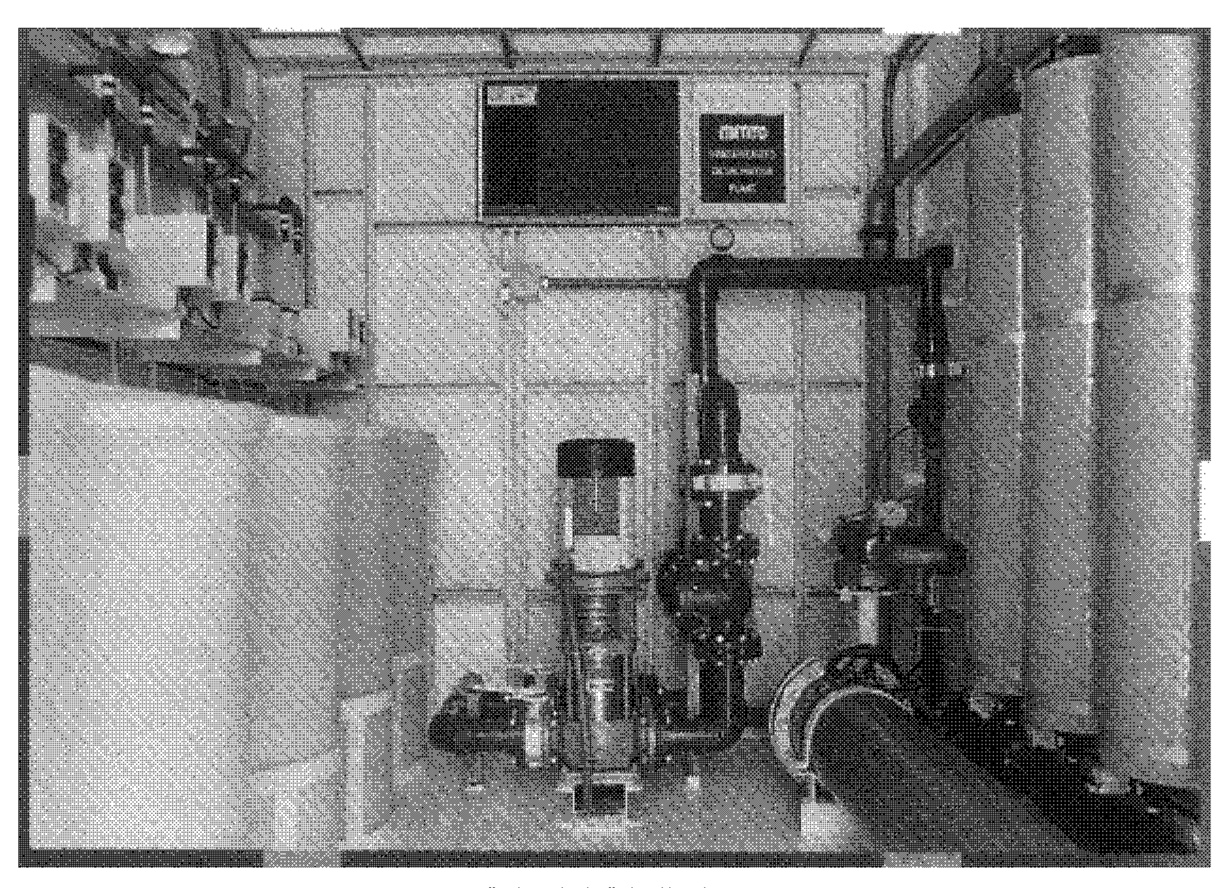
فى هذه العملية ، يتم التخلص من الغازات مثل كبريتيد الأيدروجين وكذلك ضبط الأس الهيدروجيني **pH** بأضافة الجير (هيدروكسيد الصوديوم) أو رماد الصودا (كربونات الصوديوم) وجعله متعادلا (بين ٦,٨ – ٧,٢) لتخفيف قلوية المياه أو حالة وجود عناصر مسببة للعسر الشديد . أضافة لذلك ، يتم التخلص من الغازات مثل كبريتيد الهيدروجين .

يورد الجهاز في حاويات خاصة لسهولة نقلها من مكان الي مكان وأيضا في حالات الضرورة و كذلك صغر كمية المياه المحلاة المطلوبة – شكل (٤) .



شكل (٤)

مخطط التحلية للجهاز داخل الحاويات

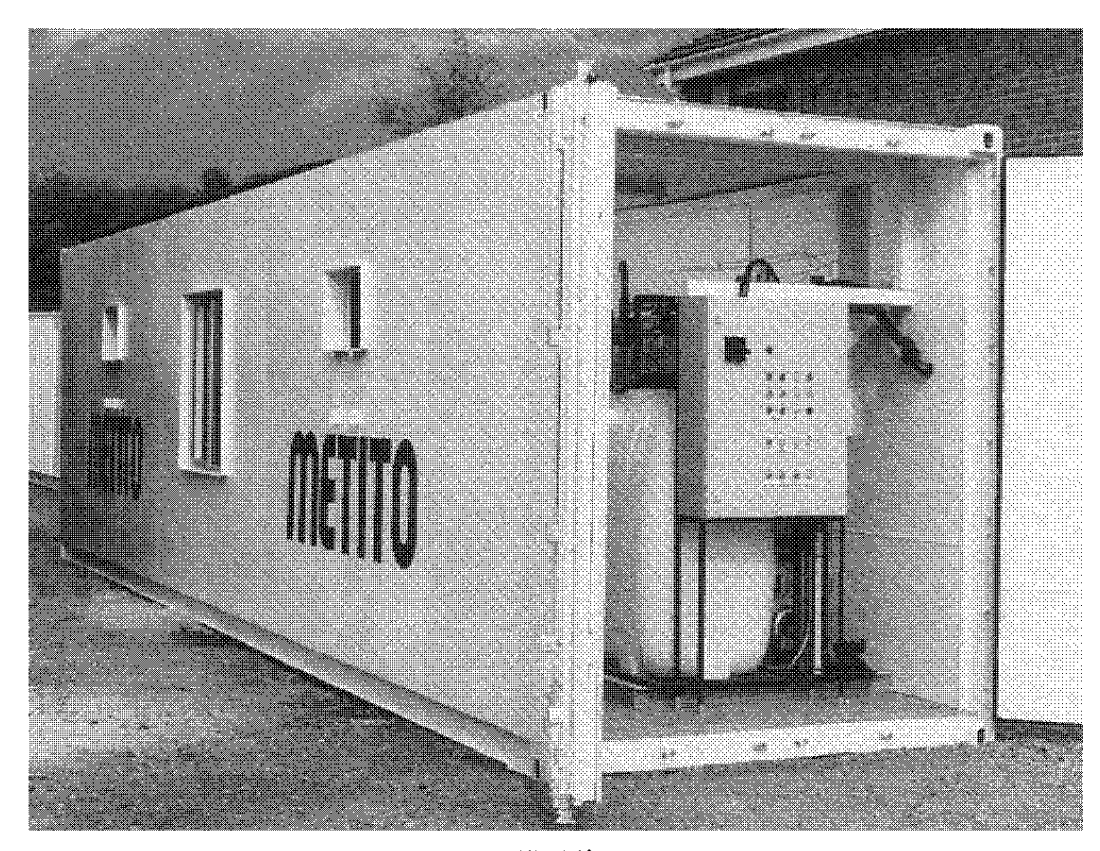


معدات التحلية داخل حاوية



شكل (٤)

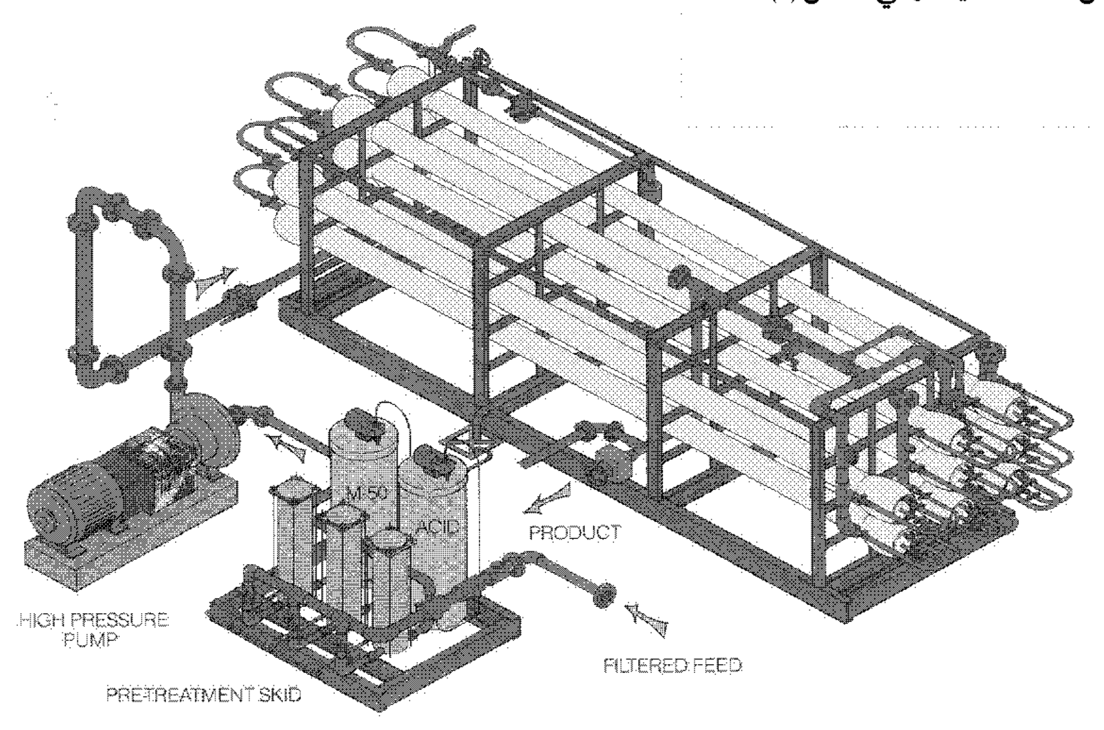
جهاز التحلية داخل الحاويات محمل علي سيارة



شكل (٤)

جهاز التحلية داخل الحاويات

شكل محطة التحلية النهائي – شكل (٥) .



Unit with Pre-treatment Skid and Pump Unit

شكل (٥)

محطة التحلية بنظام التناضح العكسي بالشكل النهائي

الجدول (١) ، يوضح خواص المياه المالحة الداخلة إلى الجهاز والخارجة منه في أحد المشروعات :

جدول (١)

العناصر الذائبة في المياه	خواص المياه الداخلة ملجم / لتر	خواص المياه المتخلفة ملجم / لتر	خواص المياه الخارجة ملجم / لتر
١. كالسيوم	٤١٨	٦٤٢	٠,٤
ماغنسيوم	١,٣٣	٢,٠٤٤	١,٤
صوديوم	١١,٠٣٥	١٦,٨٨٥	١٤٤,٦
بوتاسيوم	٣٩٧	٦٠٧	٥,٢
بيكربونات	١٤٦	٢٢٤	٠,٨
كبريتات	٢,٧٦٩	٤,٢٥٦	٠,٣
كلوريدات	١٩,٨٤١	٣٠,٣٧٤	٢٣٣,٦
فلورايد	٢	٢	–
المجموع	٣٥,٩٣٧	٥٥,٠٣٤	٣٨٦,٣
مجموع العناصر الصلبة الذائبة	٣٥,٨٦٤	٥٤,٩٢٢	٣٨٦
رقم الأس الهيدروجيني pH	٨,٢	٨,٤	٥,٩
ثاني أكسيد الكربون	٢	٢	٢

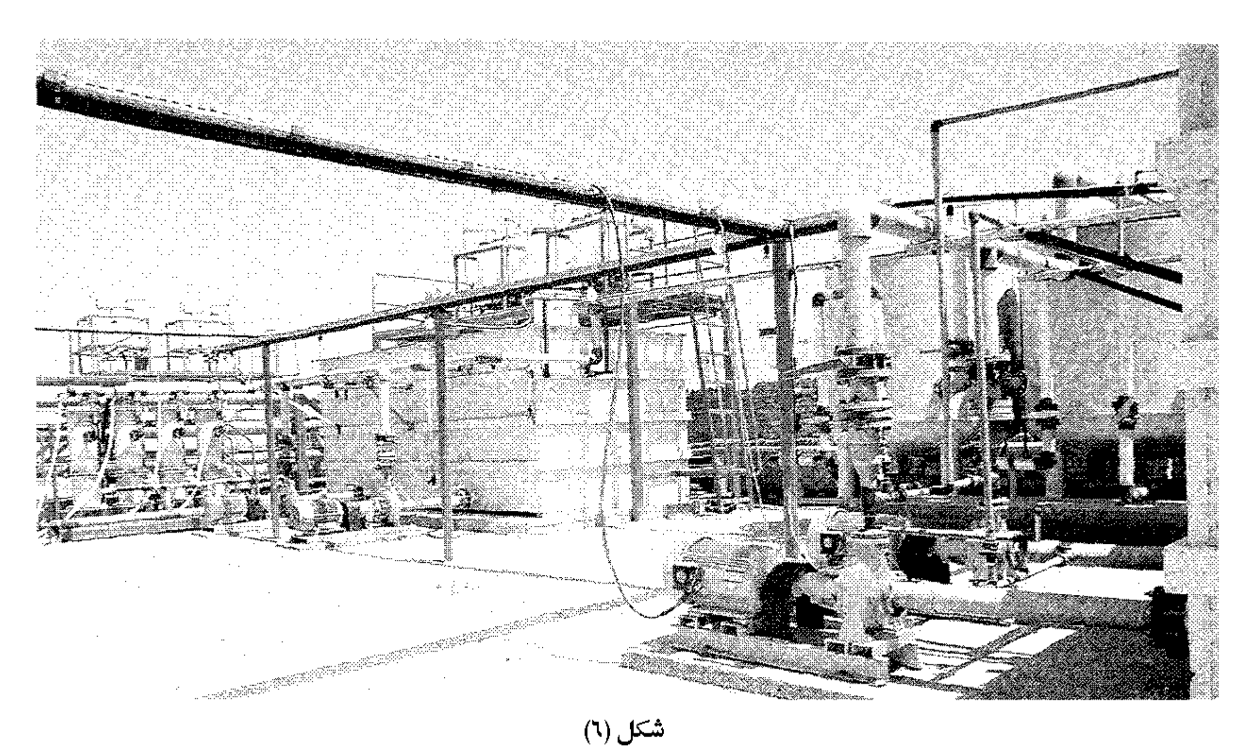
ملاحظة:

١ – يلجأ بعض المهندسين إلى دق الآبار مجاورة لشاطىء البحر لإمداد محطة التناضح العكسي بالمياه حتى لو تيسر الحصول عليها مباشرة من البحر ، حيث أن ذلك ييسر الحصول على مياه بها نسبة ملوحة أقل كثيرا من ملوحة مياه البحر .

٢ – كل ٣ م٣ من مياه البحر تنتج ١ م٣ مياه عذبة (في المتوسط) بينما يتجه الباقي الي الصرف في البحر .

وحدة تحلية مياه البحار – المصنعة في جمهورية مصر العربية – الهيئة العربية للتصنيع :

شكل (٦) .



شكل (٦)

وحدة التحلية بنظام الضغط الأسموزي العكسي

المميزات :

١ – أزالة الشوائب بكفاءة عالية .

٢ – أزالة الحديد بنسبة ٩٠ ٪ .

٣ – أزالة الغرويات والبكتيريا بنسبة ١٠٠ ٪ .

٤ – أستهلاك منفض للطاقة يبلغ ٨,٤ كيلو وات / ساعة لكل متر مكعب يتم تحليته .

٥ – سهلة التركيب و التشغيل والصيانة .

٦ – تنتج ٣٥٠ م٣ / يوم .

ثانيا : وحدات تحلية مياه البحر بطريقة تضاغط البخار بالتفريغ :

Vapor Vacuum Compression :

تعتمد هذه الطريقة علي إدخال مياه التغذية من أعلى وعاء به مجموعة من الأنابيب الأفقية التي يمر بها البخار تحت تفريغ بحيث تكون درجة الحرارة للتبخير = ٧٠ درجة مئوية . ونتيجة لتلامس المياه مع المواسير ، يتبخر جزء من المياه ، ثم يقوم ضاغط هوائي بسحبه وضغطه داخل المواسير الأفقية حيث يحدث تبادل حراري ينتج عنه تكثف المياه العذبة. تتجمع المياه العذبة الناتجة في مواسير للخارج ثم إلى خزانات المياه الأرضية .

من مميزات هذا النظام أنه يمكن الحصول على ٤٠ ٪ مياه نقية من مياه البحر ، وحوالي ٧٠ - ٨٠٪ مياه نقية من مياه الآبار . تنتج هذه المحطات من ٢٠ – ٢٠٠٠ م٣ / يوم .

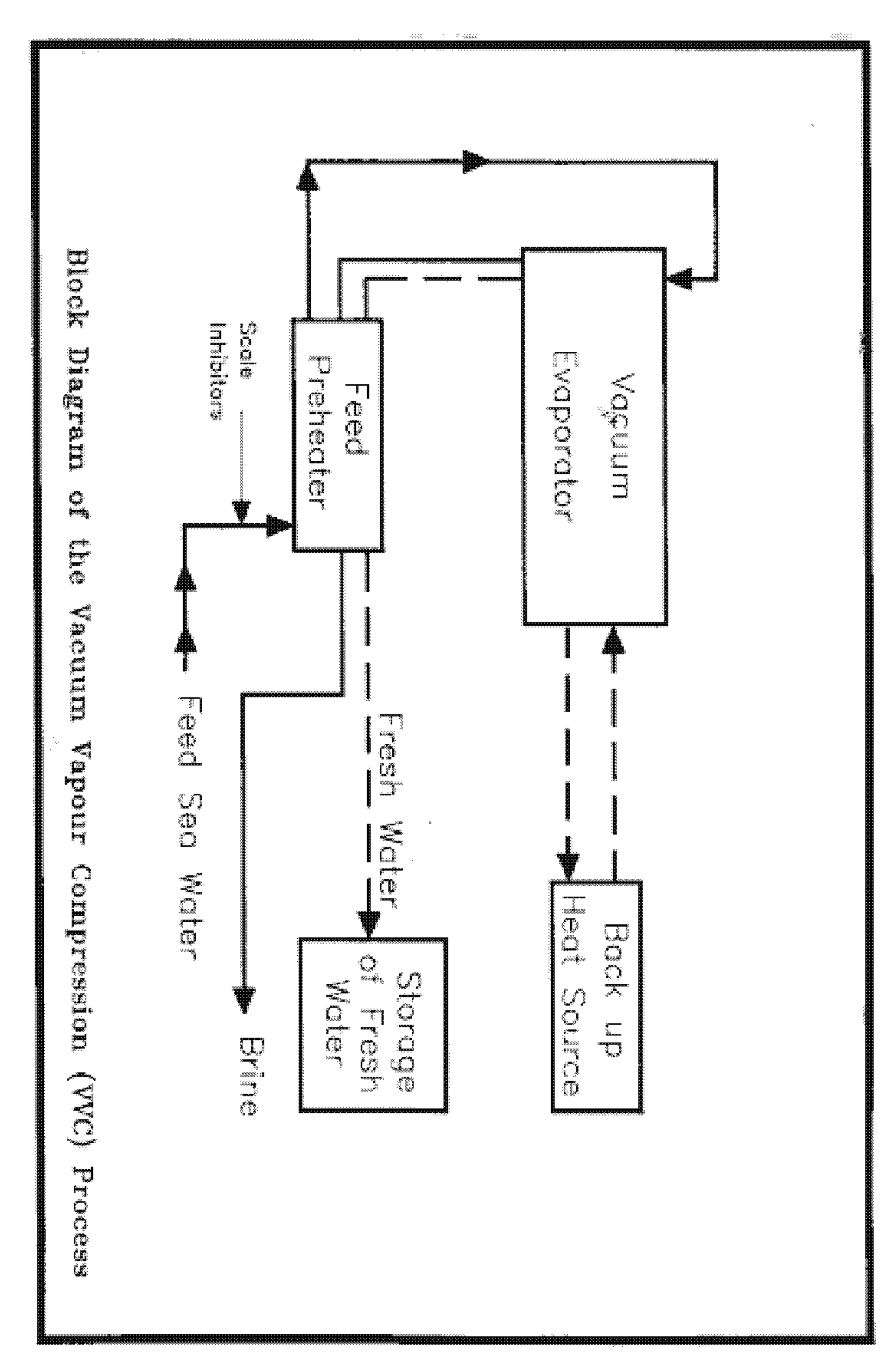
شكل (٧) يبين مخطط عملية تحلية المياه بطريقة تضاغط البخار بالتفريغ ، كما يبين شكل (٨) ، محطة تحلية مياه البحر بهذه الطريقة .

وصف مراحل التنقية :

١ – تدخل المياه عن طريق الطلمبات من البحر إلى محطة التحلية من أعلي وعاء به مجموعة من الأنابيب الأفقية التي يمر بها البخار تحت تفريغ بحيث تكون درجة الحرارة ٧٠ درجة مئوية .

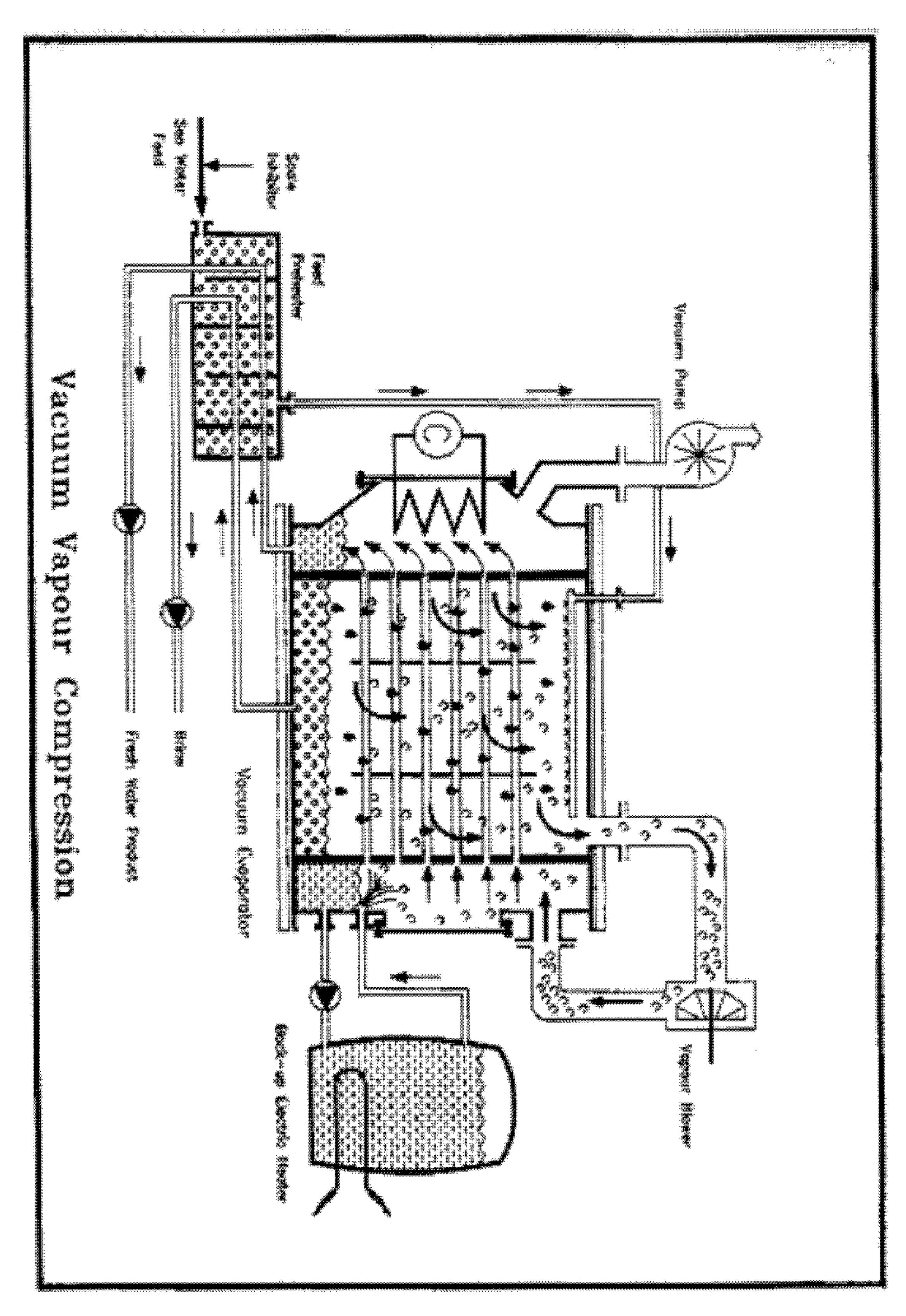
٢ – نتيجة تلامس المياه مع المواسير ، يتبخر جزء من المياه التي بقوم ضاغط هوائي بسحب هذا البخار وضغطه داخل المواسير الأفقية حيث يحدث تبادل حراري .

٣ – تتكثف المياه العذبة و يتحول البخار إلى الحالة السائلة ويخرج عن طريق ماسورة خاصة الي الخزانات بينما تخرج المياه المالحة عن طريق ماسورة أخرى التي يتم صرفها الي البحر .



شكل (٧)

مخطط عملية التنقية بطريقة تضاغط البخار بالتفريغ



شكل (٨)

تضاغط البخار بالتفريغ

ثالثا : تحلية المياه بطريقة التقطير الومضى متعدد المراحل Multi Stage Flash Distillation :

مميزات المحطة :

١ – مصممة للخدمة الشاقة.

٢ – يمكنها معالجة مياه درجة ملوحتها حتى ٤٥٠٠٠ جزء في المليون.

٣ – طاقه المعالجة ١٠٠ – ٢٠٠٠ متر مكعب / اليوم.

٤ – لها عمر افتراضي كبير .

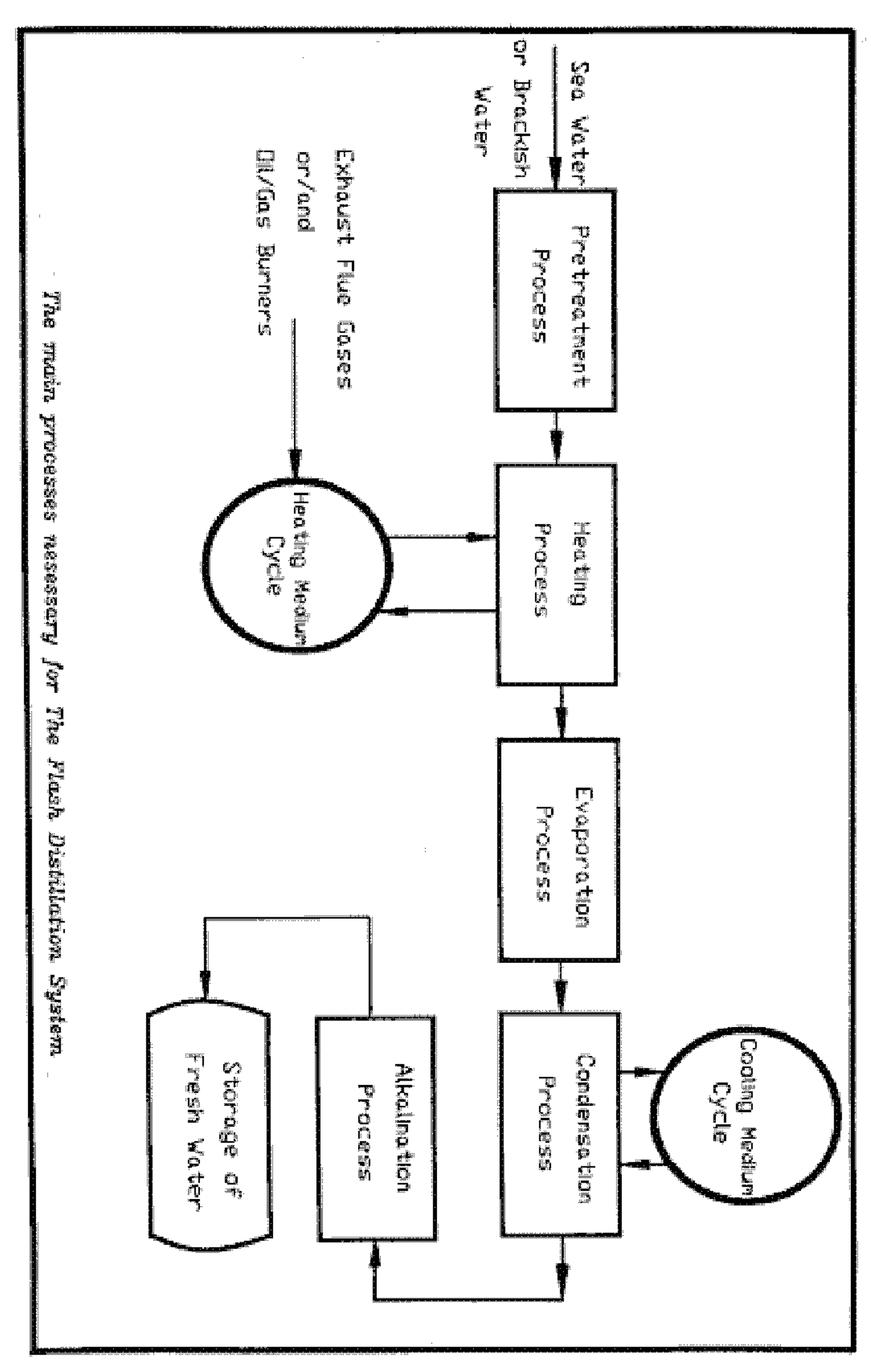
٥ – منتج محلى ، أي لا توجد مشاكل لقطع الغيار أو الصيانة.

وصف وحدة أزالة ملوحة المياه بطريقة التقطير الحراري الومضى:

تعتمد هذه الطريقة على تسخين المياه المالحة في مبادل حراري **Heat Exchanger** منفصل ، يجرى بعدها نقل المياه المالحة الساخنة إلى أوعية التبخير **Evaporators** تحت ضغط منخفض نسبيا (درجة تفريغ = ٠,٧٥ جوى) ، مما يساعد على زيادة معدل التبخر . وعلى ذلك فأن درجة التفريغ المذكورة تساهم مساهمة فعالة في استخدام درجات حرارة منخفضة نسبيا (أقل من١٠٠ درجه مئوية) .

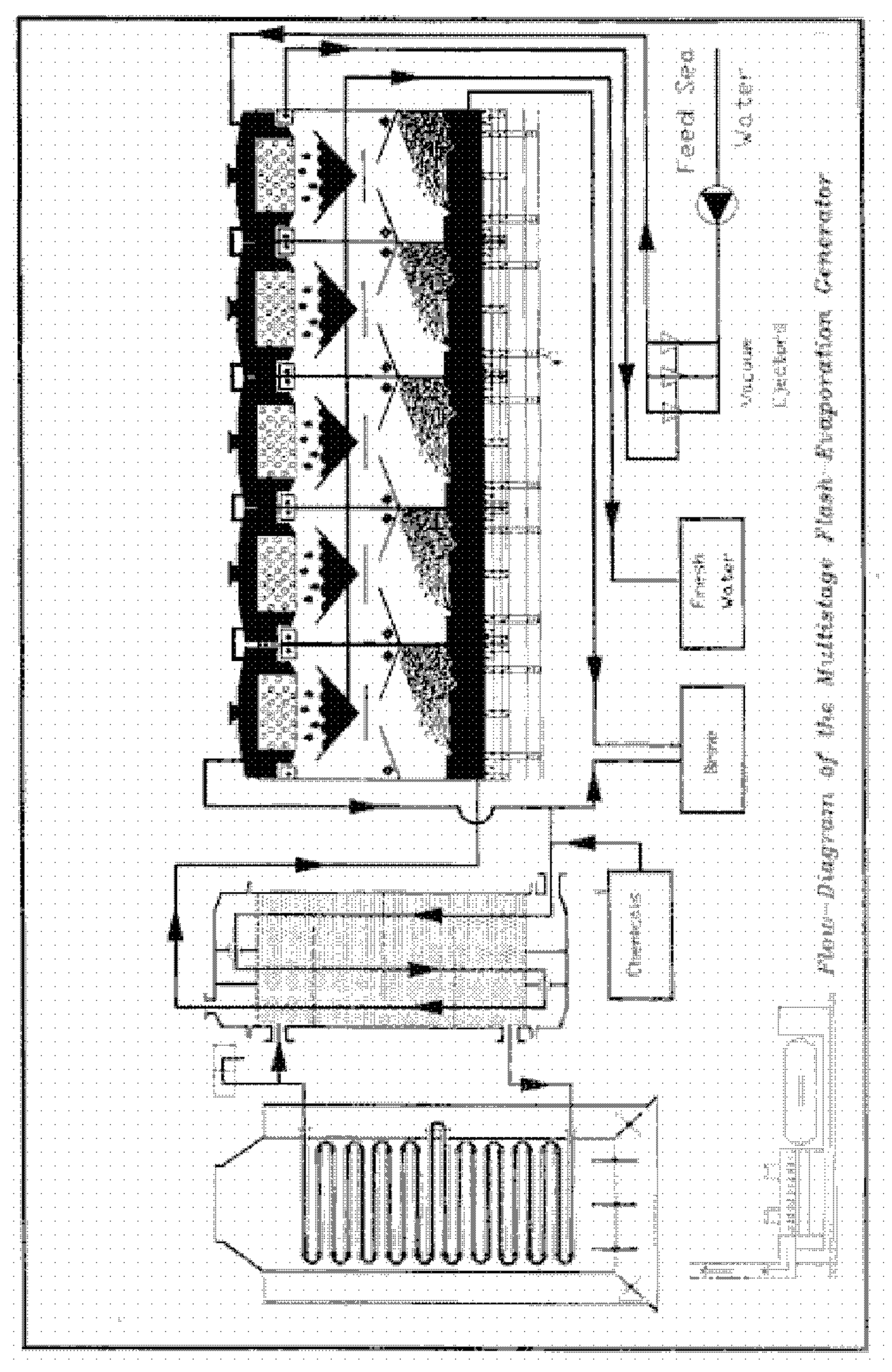
طريقة عمل المحطة :

يوضح شكل (٩) ، مخططا لتحلية المياه ، وشكل (١٠) ، تفاصيل محطة لتحلية المياه بطريقة التقطير الو مضى متعدد المراحل .



شكل (٩)

محطط تحلية المياه بطريقة التقطير الحراري الومضي



شكل (١٠)

التقطير الحراري الومضي

وصف مراحل التنقية :

١ – تدخل مياه البحر أو البئر المالحة إلى المحطة حيث تجرى عملية ما قبل المعالجة **Pretreatment** لأزالة المواد العالقة والشوائب .

٢ – تبدأ عملية تسخين المياه المالحة في مبادل حراري منفصل .

٣ – تخرج المياه إلى أوعية التبخير حيث تتعرض إلى ضغط منخفض (٠,٧٥ جوى) . يساعد ذلك على زيادة عملية تبخر المياه .

٤ – يدخل البخار إلى خزانات التكثيف ، حيث يتحول البخار إلى الحالة السائلة ويخرج عن طريق ماسورة خاصة ، بينما تخرج المياه المالحة عن طريق ماسورة أخرى الي البحر .

٥ – تجري عملية ضبط قلوية المياه **Alkalization Process** ، بإضافة كميات محسوبة من الأحماض .

٦ – تتجه المياه الخارجة إلى الخزانات الأرضية تمهيدا للاستهلاك .

ملاحظة :

١ – هذه النوعية من التحلية ، تكون أقتصادية في حاله طلب ٢٠٠٠ متر مكعب يوميا على الأقل ، كما يفضل أن تكون المنطقة في حاجة إلى طاقة كهربائية ، حيث أن هذه المحطات يمكنها أنتاج طاقة كهربائية بجانب عملية تحلية المياه.

٢ – الأنتاجية = ٤٠٠٠ – ٣٠٠٠٠ م٣ / يوم .

رابعا : تحلية المياه باستخدام المكثفات الشمسية Solar Desalination :

هذه الأجهزة تعمل بالطاقة الشمسية وتناسب المجتمع المصري ، حيث تمتاز مصر بوجود الطاقة الشمسية طوال العام ولا تتكلف أي أعباء للحصول على وقود أو تشغيل أو صيانة . بجانب ذلك فهي لا تلوث البيئة ولا ينتج عنها أي عوا دم.

عند سقوط الشمس على الألواح الزجاجية المائلة ، فأنها تعمل على تسخين الماء الموجود أسفلها ، يتبخر جزء من المياه ويتكثف على السطح الزجاجي المائل لتتكون قطرات من المياه علي السطح الزجاجي من الداخل ، وتتجمع في مجارى على الجانبين ثم إلى الخارج للاستعمال .

يمكن إنتاج ٣ – ٥ لتر مياه / متر مربع من الجهاز / اليوم . تعتبر هذه الأنتاجية مناسبة لاستهلاك أسرة صغيرة .

يشترط لتشغيل هذا النظام ، أن تكون المنطقة ذات جو مشمس طوال العام وأن تتوافر الأرض إلى سيقام عليها المشروع . وقد وجد أن مشروعا لاستخراج المياه النقية بالطاقة الشمسية يكون اقتصاديا إذا كانت قدرة المحطة ٢٠٠ متر مكعب / اليوم

الصعوبات التي تواجه تنفيذ هذه الطريقة :

١ – احتياجها لمسطحات كبيرة من الأرض لإنشاء محطة تحلية لتغذيه مجتمع صغير ، ففي حالة الاحتياج إلى ٤٠٠٠ م٣ مياه نقية / اليوم ، فأننا نحتاج إلى مسطح من الأرض يصل إلى ١٠٠ هكتار ، لذلك فهي تصلح للأماكن الصحراوية حيث رخص ثمن الأرض .

وكمعدل تقريبي فإن ١ م٢ من مسطح الخزان ينتج ٤ لترمياه / يوم . وفي حالة الأحتياج الي ٤٠٠٠ م٣ من المياه ، فأنه يلزم لها ١٠٠ هكتار من الأرض . وهي أحد العيوب الكبيرة لهذه الطريقة . كما أن تكلفتها الأنشائية عالية .

وبالرغم من أن تكلفة تسخين المياه تعتبر لا شيء ، ألا أنه يلزم طاقة كهربية أخري لتشغيل الطلمبات التي تضخ المياه من والي المحطة .

٢ – الاحتياج إلى مسطحات زجاجية كبيرة .

٣ – تعتمد على حالة الجو وسطوع الشمس طوال العام .

مثال توضيحي :

LARGE SCALE SOLAR DESALINATION

حساب تكلفة تحلية المياه لمحطة كبري تعمل بالطاقة الشمسية :

خزان بقطر ١ كم وعمق ١٠ متر ، تكون قبة الخزان (السقف) مكونة من طبقتين من الزجاج **Sealed Double Glazed Dome** ، يعمل تحت ضغط ٠,١ ض. ج وحرارة تشغيل = ٥٠ درجة مئوية . كفاءة النفاذية للطاقة الشمسية = ٨٠ ٪ . تمتص أشعة الشمس بواسطة طبقة رقيقة من زجاج خاص أو بوليثيلين موضوع علي سطح الماء ومدهون باللون الأسود و مواجه لسطح المياه بالخزان ماص لأشعة الشمس وهو مثقب ويغطي كافة المساحة – شكل (١١) .

يتكثف البخار بفعل الحرارة علي سطح الطبقة الموجودة علي سطح الماء ويهبط الي أسفل ليتجمع في مجري خاصة الي خزان المياه المنقاة .

وفي البلدان المشمسة ، يمكن أنتاج مياه حتي ١٠٠٠٠٠ م٣ / يوم بتكلفة = ٠,٢٨ دولار / م٣ .

بأفتراض أن المنشأ سيحصل علي طاقة = ٩٥ ٪ و أن الطاقة المستعادة الخارجة = ٢٠٪ .

حوائط الخزان من الخرسانة المسلحة الغير منفذه للماء ولها عزل خارجي جيد .

باعتبار الخزان – شكل (١١) :

المساحة السطحية = ٣,١٤ × ٠,٥ × ٠,٥ = ٠,٧٨٥ كيلومتر٢ .

في البلاد المشمسة ، متوسط العزل السنوي = ٦ كيلووات ساعة / يوم .

بفرض أن ٨٠ ٪ من الأشعة تخترق الزجاج ، ٩٠ ٪ كفاءة الأمتصاص الشمسي .

تكون الطاقة الشمسية الممتصة = ٠,٨ × ٠,٩ × ١٠ ^{٦} × ٠,٧٨٥ × ٦٠٠٠ × ٦٠ × ٦٠ = ١٢ × ١٠ ^{١٢} جول / يوم .

الطاقة اللازمة لـ ١ جم من الماء حتي يتبخر = ٣٠ + ٥٤٠ كالوري – أي تساوي ٢,٤ جول .

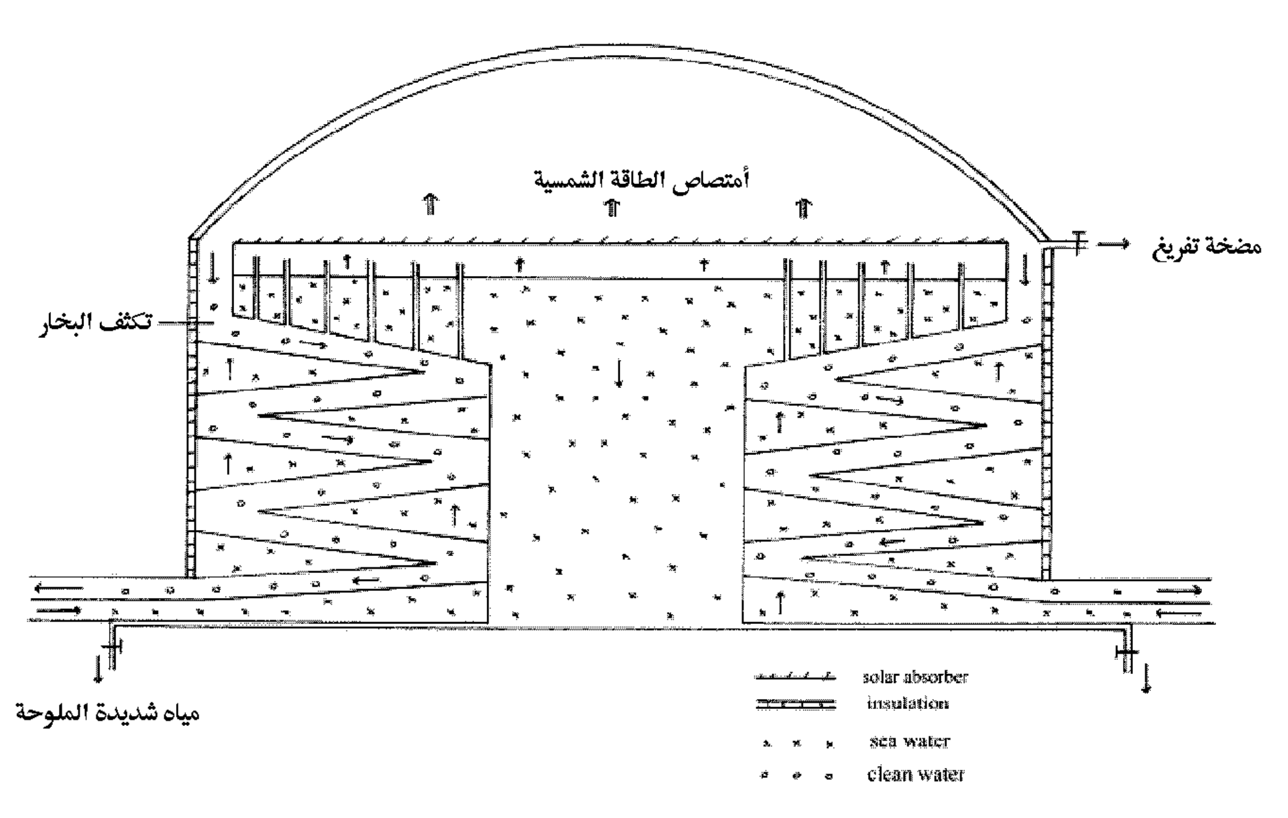
وفي حالة الطاقة المستعادة الخارجة بنسبة ٢٠ ٪ .

الطاقة الفعلية اللازمة لتنقية ١ جم من الماء محلاة = ١٢٠ جول .

كمية المياه المحلاة في اليوم = ١٢ × ١٠ ^{١٢} ÷ ١٢٠ = ١٠٠ مليون لتر أي ١٠٠٠٠٠ م٣ / يوم .

وتقدر المياه المطلوبة للفرد في المملكة المتحدة بمقدار ١٥٠ لتر / يوم . أي تمد ٦٠٠٠٠٠ فرد / يوم .

المياه المطلوبة للفرد في الدول النامية = ١٠٠ لتر / يوم . أي تمد ١ مليون نسمة / يوم .



شكل (١١)

خزان مياه يستخدم الطاقة الشمسية

ملحوظة :

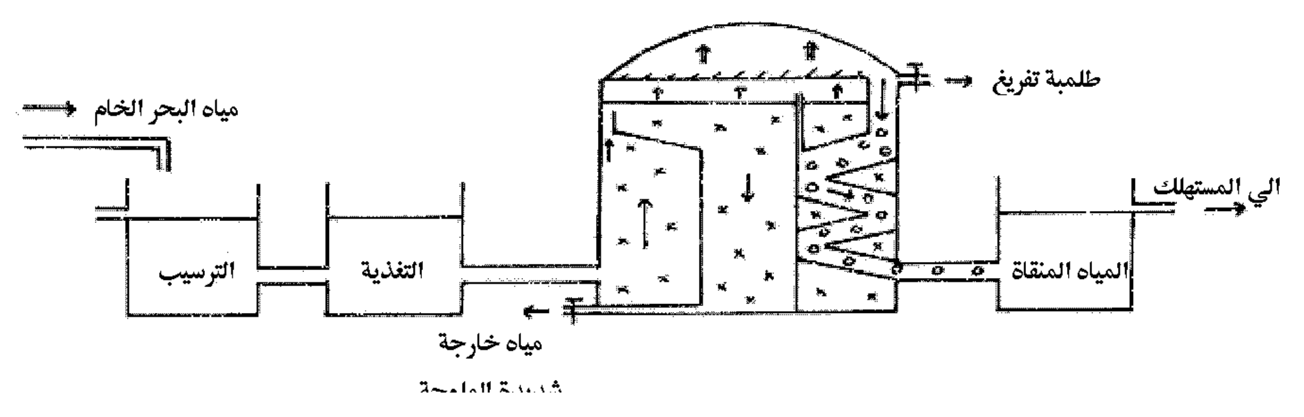
١ - وصلت كفاءة أمتصاص الطاقة الشمسية ٩٠ ٪ .

٢ - عند تخفيض الضغط الي ٠,١ ض . ج ، تكون درجة الغليان للماء أقل من ٥٠ درجة مئوية .

٣ - يجب غسل القبة العليا المستقبلة للشمس باستمرار منعا لوجود أتربة علي القبة تقلل من كفاءة الخزان .

تضخ مياه البحر بالطلمبات الي خزان الترسيب . ترسب الجزيئات العالقة والشوائب .

تكون كافة الخزانات مفتوحة علي الضغط العادي (خزان الترسيب والتغذية وخزان المياه المنقاة) و لها نفس منسوب المياه . يجهز خزان التحلية لأن يكون الضغط به = ٠,١ ض . ج ليصبح منسوب المياه مرتفعا ٨ متر فوق منسوب الخزانات الأخري – شكل (١٢) .



شكل (١٢)

مخطط المعالجة باستخدام الطاقة الشمسية

يتم المحافظة علي هذا المنسوب بواسطة طلمبة التفريغ . يكون خزان التحلية المذكور وبقطر ١ كيلو متر وأرتفاع = ١٠ متر ، محتويا علي :

حجم المياه = ٣,١٤ × ٥٠٠ × ٥٠٠ × ١٠ = ٨ مليون متر مكعب .

ولو أن الأنتاج = ١٠٠٠٠٠ م٣ / يوم .

يكون ملء الخزان كل ٨٠ يوم .

خامسا : طريقة الأقطاب الكهربائية (الترشيح خلال الأغشية) Electro dialysis :

تتواجد في مياه البحار أملاحا مذابة موجبة الشحنة **Cation** وأخرى سالبة الشحنة **Anion** . تعتمد هذه الطريقة من المعالجة على وجود أقطاب كهربية متصلة بمصدر للتيار المستمر (ركتيفاير) **Rectifier** أو (بطارية) ، هذه الأقطاب يكون إحداها موجب الشحنة و الآخر سالب الشحنة . عند وضع هذه الأقطاب في المياه وتشغيل التيار ، تنجذب الأيونات الموجبة الموجودة بالماء إلى القطب السالب ، بينما تنجذب الأيونات السالبة إلى القطب الموجب .

تنقسم عملية المعالجة إلى :

١ – معالجة مسبقة **Pretreatment** ، وفي هذه العملية تنقى الشوائب من المياه ،حيث أن وجودها يتسبب في انسداد الأغشية والقنوات . كما تضاف بعض الأحماض لمعادلة القلوية في المياه ولضبط قيمه الأس الهيدروجيني .

٢ – تمرير المياه على الأقطاب الكهربية للتخلص من الأيونات السالبة والموجبة .

٣ – المعالجة النهائية **Post Treatment** ، وفيها تدخل المياه إلى مرشحات ضغط لأزالة الشوائب والمواد العالقة والغروية ، كما يضاف الكلور للتعقيم .

٤ – تضخ المياه من المرشحات إلى الخزان الأرضي ثم إلى المستهلك .

ملاحظات :

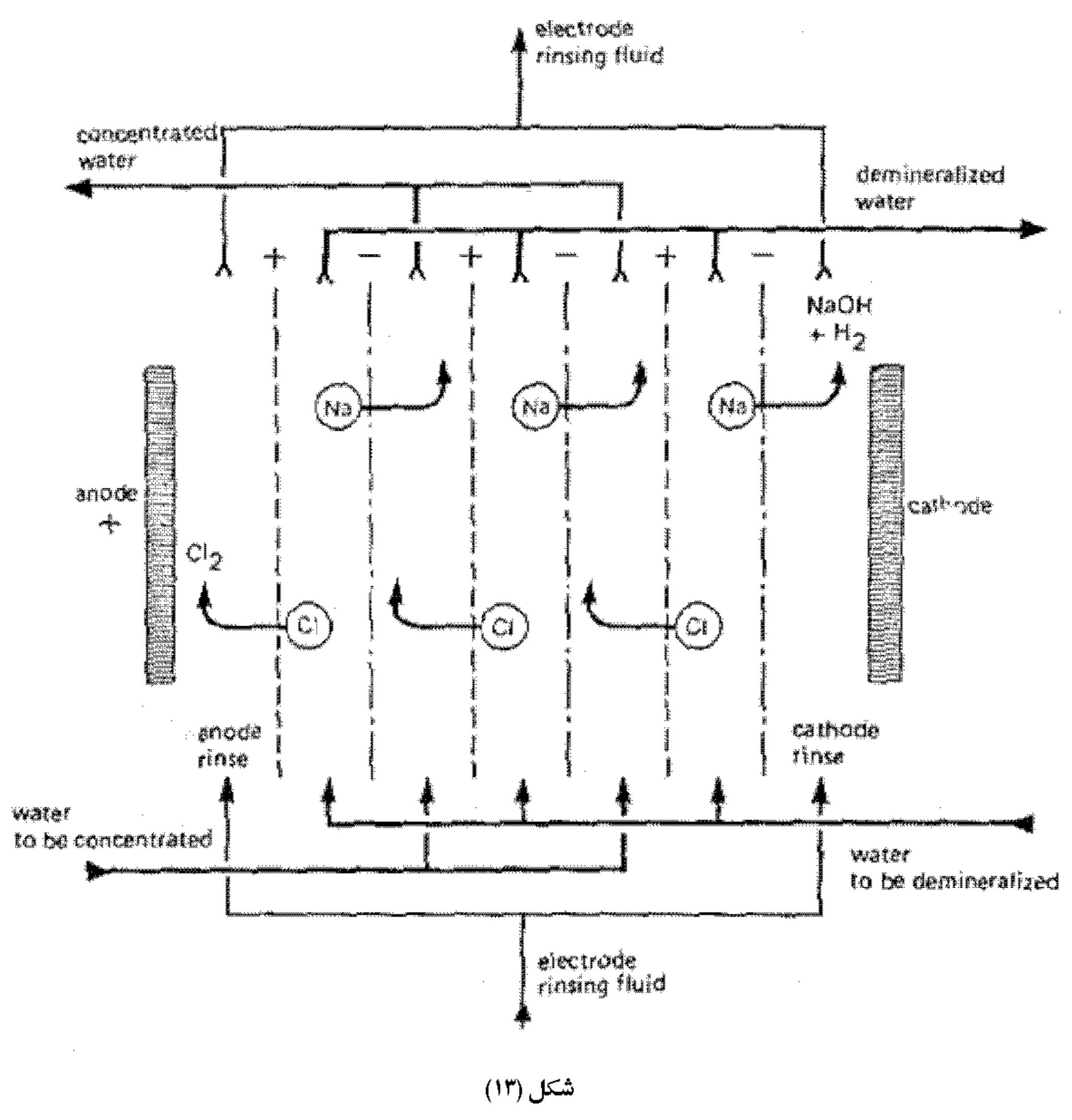
١ – تكون المياه خالية من العكارة .

٢ – لا يتجاوز تركيز الأملاح ١٥٠٠٠ جزء / مليون .

٣ – في حالات خاصة ، يمكن أن يكون جهاز الأقطاب الكهربائية ، هو نفسه الخزان الأرضي .

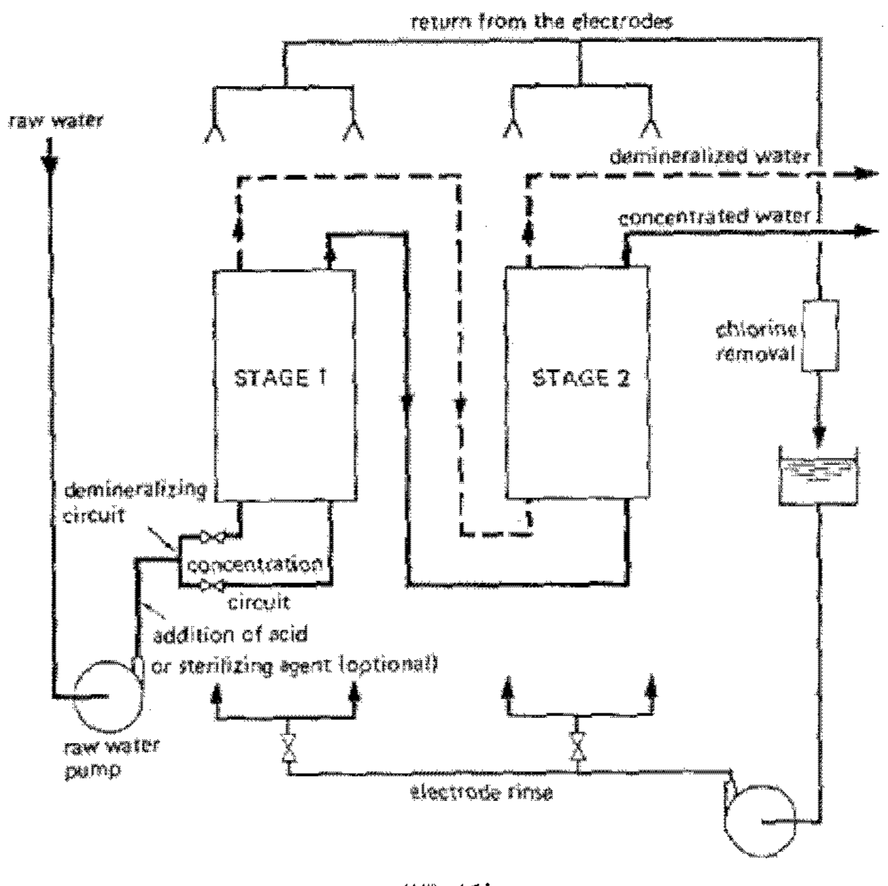
شرح طريقة العمل :

تتعرض المياه المالحة الغنية بالأيونات الي مجال كهربى بوضع قطبين أحدهما سالب **Cathode** والآخر موجب **Anode** في حوض تمر فيه المياه ، فإن الأملاح الموجودة تتحلل في الماء الي أيونات موجبة وأخري سالبة . تتحلرك الأيونات الموجبة **Anions** الي القطب السالب بينما تتحرك الأيونات السالبة **Cation** نحو القطب الموجب . توضع في مسار الأيونات المتحركة عددا من الأغشية **Membranes** من مواد كيماوية خاصة تحمل شحنات كيمائية موجبة والأخري سالبة . وعندما تمر المياه في الغرف المتكونة بين هذه الأغشية ، تتنافر الأيونات الموجبة الناتجة من تحلل الأملاح في الماء مع الغشاء ذو الشحنة الموجبة ، بينما تنجذب أليه وتمر خلاله الأيونات السالبة ، كذلك يتنافر الغشاء ذو الشحنة السالبة مع الأيونات السالبة بينما ينجذب اليه وتمر من خلاله الأيونات الموجبة – شكل (١٣) .



شكل (١٣)

الأيونات الموجبة والسالبة



شكل (١٣)

مخطط التنقية

المواصفات :

المواصفات التالية لجهاز لأحدي الشركات الأمريكية المصنعة لهذه الأجهزة :

الجهاز متاح بسعات ٢ – ٥٠٠٠ متر مكعب / اليوم – شكل (١٤) .

درجة الملوحة ١٠٠ – ٢٠٠٠٠ جزء / المليون

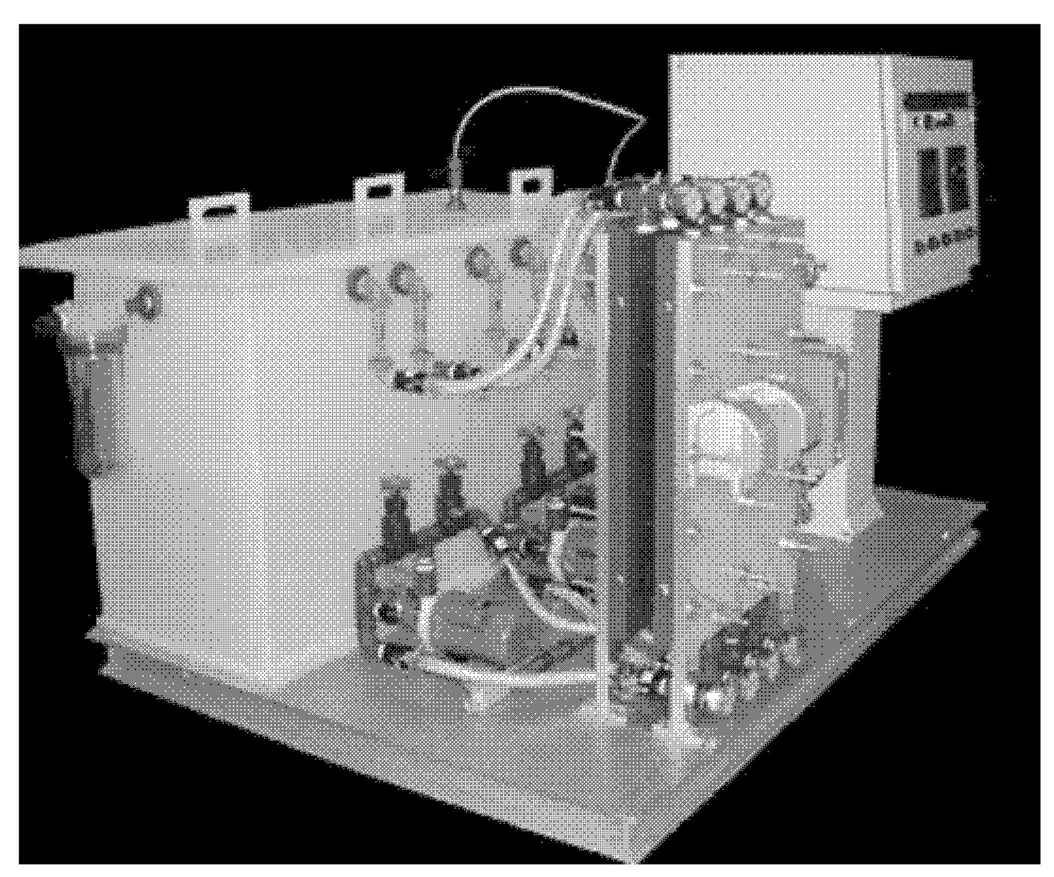
درجة نقاوة المنتج = ٢ جزء / المليون

درجة حرارة الماء الداخل = ٤٠ درجة مئوية

الأس الهيدروجيني ٢ – ٩ طالما أن الأنتاج مستمر ويكون ١ – ١١ في حالة التنظيف .

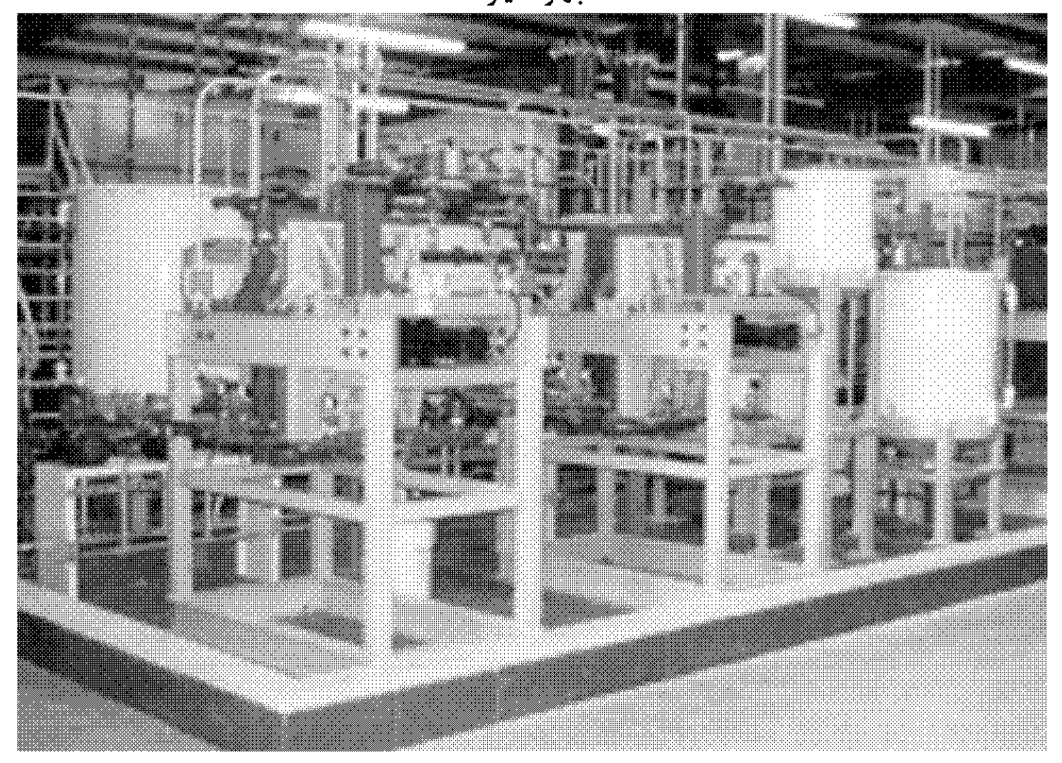
نقاوة الماء المستخدم = ٩٨٪ بينما تكون نسبة أزالة الأملاح = ٩٩,٩ ٪ .

تستخدم لتنقية المياة متوسطة الملوحة **Brackish Water** .



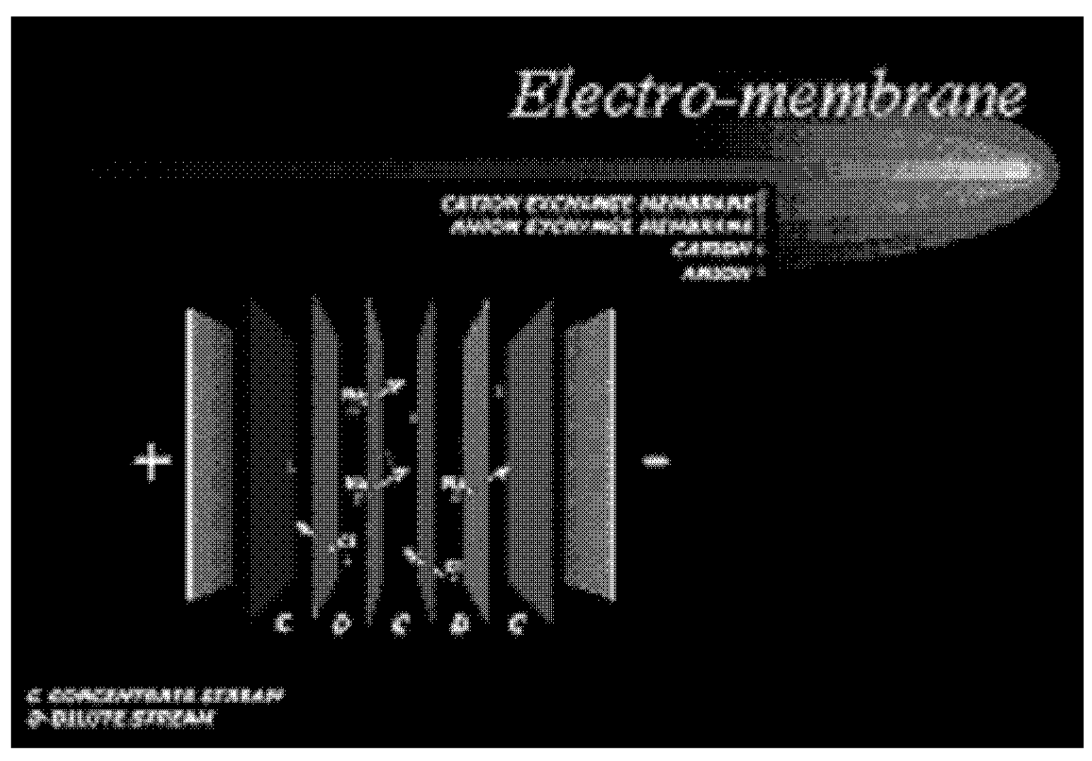
شكل (١٤)

جهاز الديلزة



شكل (١٤)

جهاز الديلزة



شكل (١٤)

الأغشية

تقوم أحدي قنوات الجهاز بتجميع المياه المنقاة بينما القناة التالية تجمع المياه شديدة الملوحة .

تكون طريقة المعالجة كما يلي :

١ – تأتي المياه بالمضخات الي الجهاز .

٢ – يتم عمل تنقية مبدئية للمياه للتلص من الرواسب التى تضر بالأغشية أو تسد القنوات.

٣ – تدخل المياه الي الأغشية فتنجذب الأيونات السالبة الي الغشاء الموجب والأيونات الموجبة الي الأغشية السالبة .

٤ – تدوير المياه بالطلمبات اخل الجهاز .

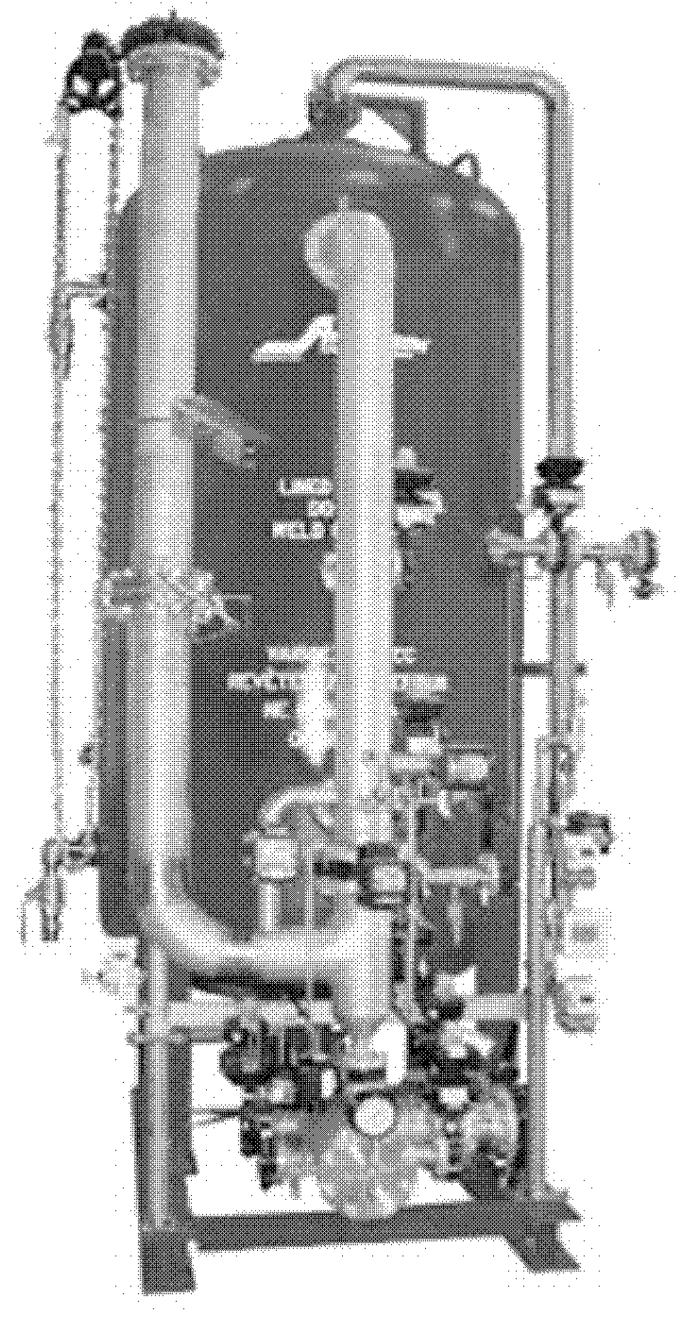
٥ – يتم عمل تنقية نهائية للمياه لترسيب العوالق المتكونة وتضبطها وتلغي أي غـازات مثـل كبريتيـد الهيـدروجين أضـافة لـضبط الأس الهيدروجيني .

سادسا : طريقة التبادل الأيوني Ion Exchange:

أن بعض المياه تسبب تكون القشور لوجود المنجنيز والكالسيوم الغير مذاب مثل الحال في الغلايات .

لذلك فإن عملية التبادل الأيوني هي أحدي الطرق لأزالة الكالسيوم والمنجنيز من الماء .

تعتمد نظرية التبادل الأيوني على تمرير المياه المالحة على وسط من حبيبات من مادة معينة من راتنجات التبادل الأيونى **Cation Exchange Resin** والمعروفة بالعمر الافتراضي الطويل ولا تتأثر بالاجهادات في التشغيل . عند مرور المياه خلال الوسط الراتنجى ، يتم تبادل الأيونات بين كل من المياه و الوسط الموجود . ينتج عن ذلك أن تتخلص المياه من الأيونات المسببة للطعم الملحي فيه . تزود محطات المعالجة بوحدات لأزالة عسر الماء – شكل (١٥) .



شكل (١٥)

جهاز التبادل الأيوني

مميزات الجهاز :

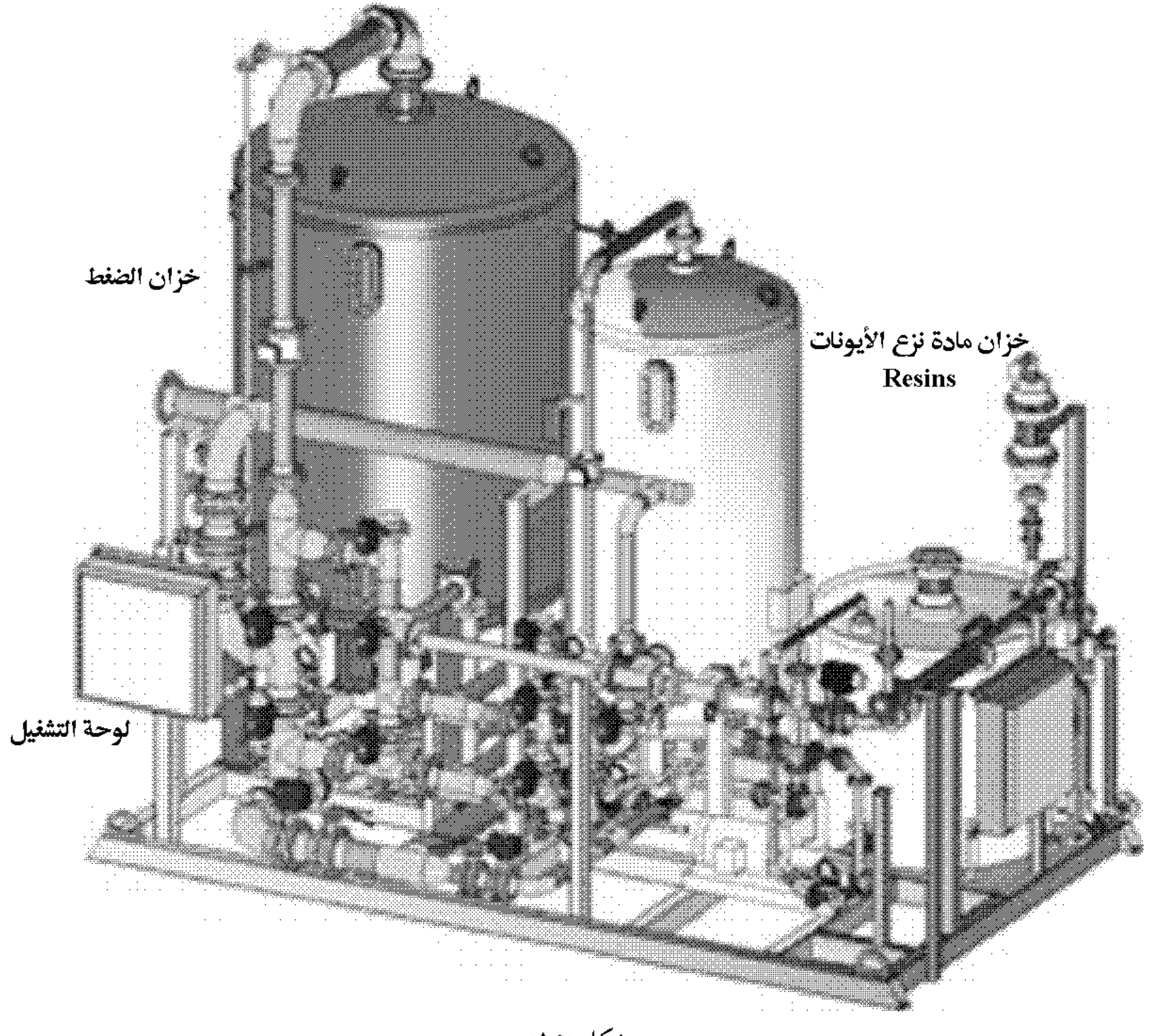
١ – أنتاج مياه عالية النقاوة حيث يزيل الأيونات السالبة والموجبة Cation & Anion .

٢ – أزالة عنصري الكالسيوم والمغنيسيوم (المتسببان في عسر الماء) من المياه .

٣ – تنتج أجهزة تسطيع تنقية ٢٠٠ جالون / دقيقة الي ١٠٠٠٠ جالون / دقيقة .

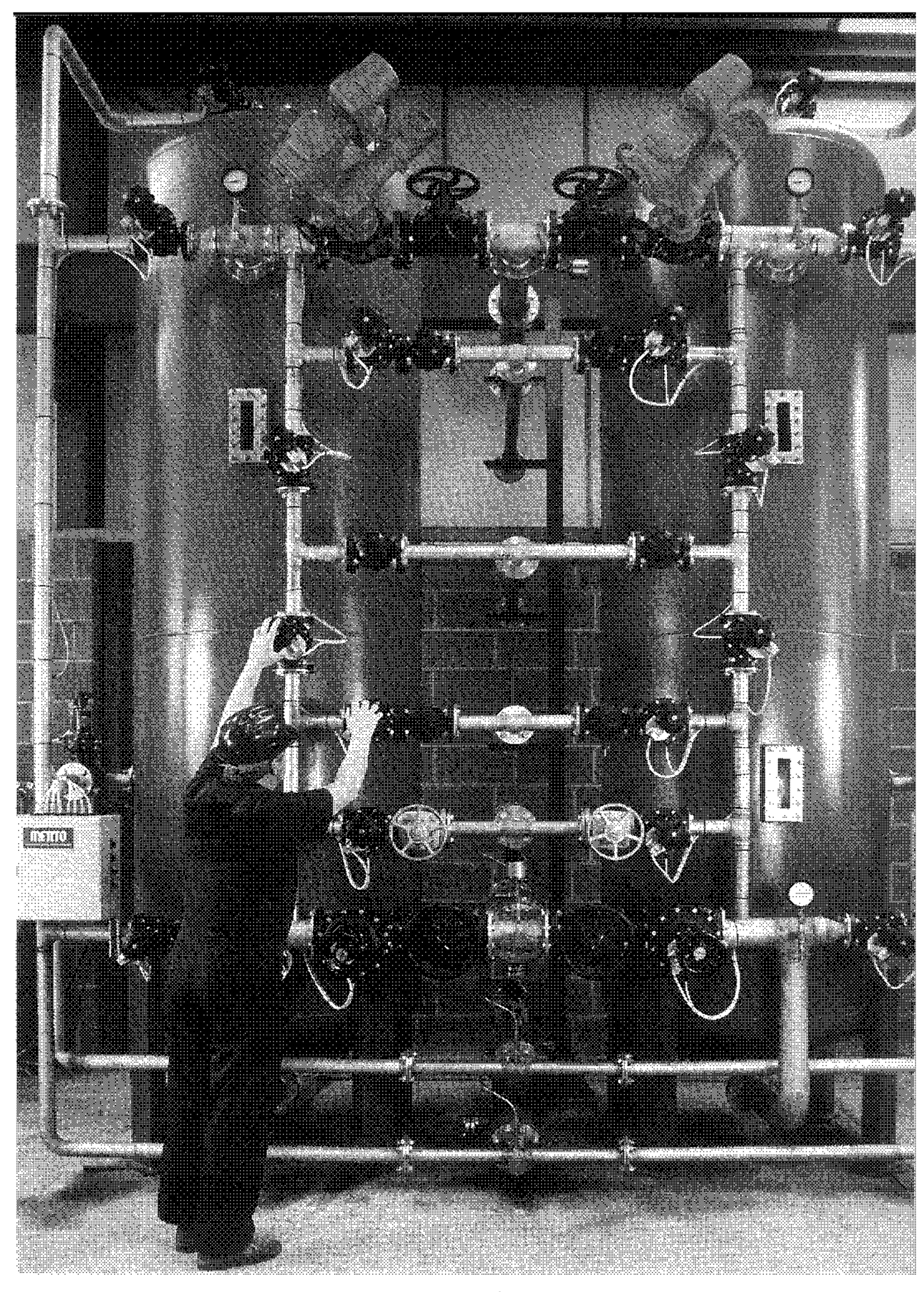
إلا أن لهذا التبادل الأيونى نهاية عندما يتم استهلاك جميع الأيونات التي يمكن تبادلها مع المياه وبذلك يخرج الماء دون أن يفقد طعمه الملحي . عندئذ ، يجب تنشيط مادة المرشح Regeneration.

تعتبر هذه الطريقة فعالة لأنتاج مياه عالية النقاوة ومتروعة العناصر الكيماوية .



شكل (١٥)

جهاز التبادل الأيونى



شكل (١٥)

جهاز تبادل أيوني طراز **Dual Mixed Bed Demineralizer**

سابعا : تحلية المياه بواسطة بالأغشية Membrane Distillation :

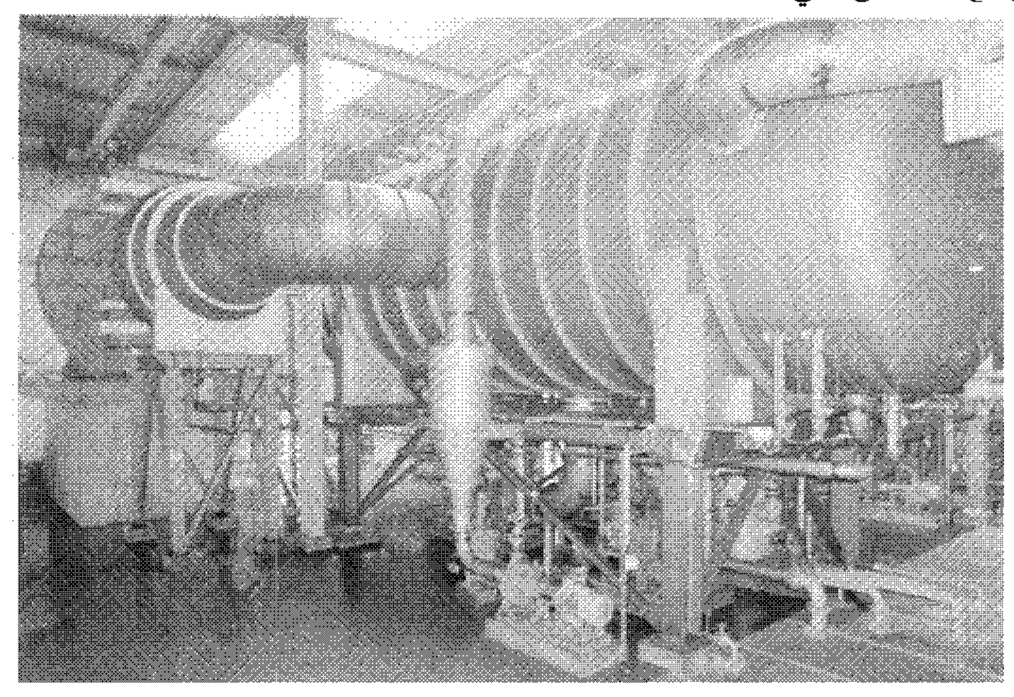
وهي أحدي طرق تحلية المياه وتعتمد هذه الطريقة علي ما يلي – شكل (١٦) :

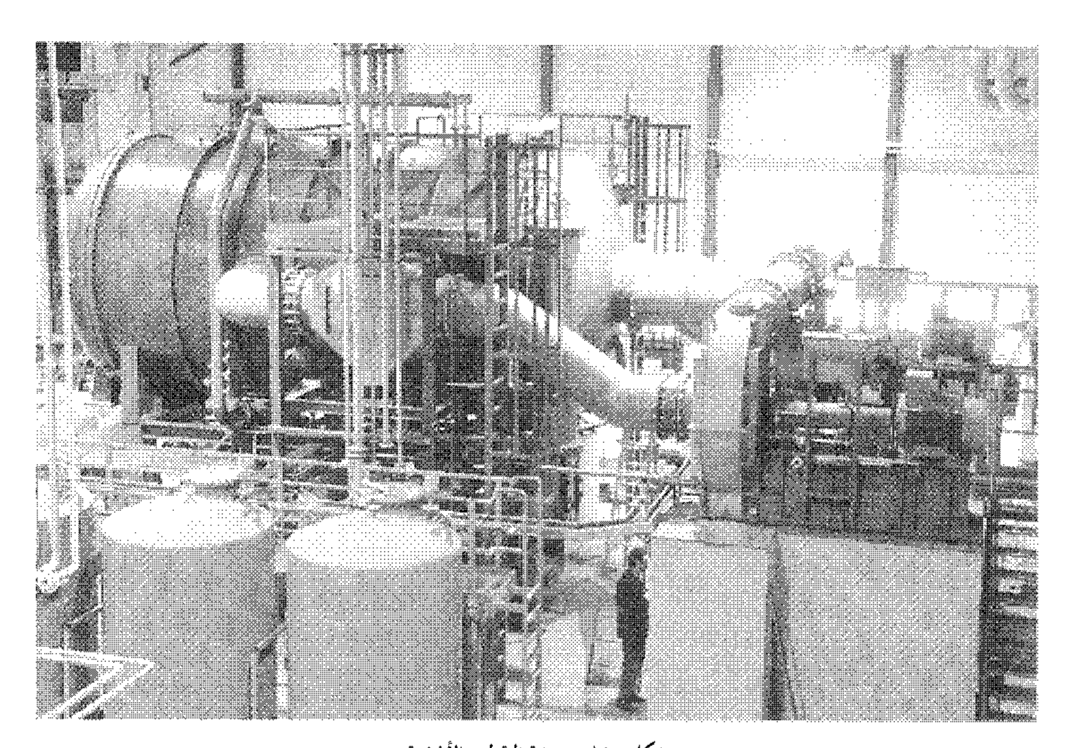
١ – يدخل الماء المالح الي غلاية ويتحول الي البخار .

٢ – يدفع البخار الي الأغشية حيث يتم مروره منها .

٣ – يتم تكثيف البخار المار من الأغشية علي أسطح باردة Cooler Surface ليتحول البخارالي الماء .

٤ – يتم تجميع الماء كمنتج نهائي .





شكل (١٦) وحدة التقطير بالأغشية

المميزات :

١ – أقل أستهلاكا للطاقة بين كافة النظم ، يستهلك ٦ كيلو وات / متر٣ ماء مقطر .

٢ – أقل أحتياجا للرقابة والصيانة والمعالجة المبدئية .

٣ – يتم تحلية مياه تحتوي حتي ١٠٠٠٠٠ جزء / المليون .

٤ – طاقة الوحدة من ١ – ٢٥٠٠ م٣ / يوم .

ثامنا : تنقية المياه المالحة بطريقة التجميد Freezing :

عند بدأ تبريد المياه ، فإن الأملاح الذائبة تنفصل عن المياه حال بدء تكون الكريستالات الثلجية . وقبل أتمام تجميد كتلة المياه بالكامل ، يتم غسله وتمريره علي راتنجات خاصة لأزالة الأملاح التي قد تكون موجودة في المياه المتقاة .

يتم صهر الثلج للحصول علي مياه نقية .

ومن مميزات هذه الطريقة أحتياجها الي طاقة بسيطة وتقلل تكون القشور وتقلل أحتمالت الصدأ .

قد تم أستخدام هذه التقنية ولكن بصورة غير تجارية . وقد أستخدمت لغرض آخر هو معالجة المخلفات الصناعية .

المراجع

١ – جيوكيميكا الصناعية د/ سمير المنهراوي د/ عزة حافظ .

٢ – كتالوجات ونشرات شركة متيتو والمصانع المنتجة .

٣ – الهندسة الصحية د/ محمد علي فرج أستاذ الهندسة الصحية بجامعة الأسكندرية .

٤ – هندسة التشييد لمرافق المياه والصرف الصحي م/ محمود حسين المصيلحي

٥ - HANDBOOK OF WATER PURIFICATION Walter lorch

الفهرس